

6^o SSS

Simpósio sobre Sistemas Sustentáveis

ANAIS

- VOLUME 3 -
ARTIGOS COMPLETOS

Gestão e Planejamento de Recursos Hídricos

Organizadores

Prof. Dr. Cristiano Poletto – UFRGS (Presidente)

Prof.^a Dr.^a Cristhiane Michiko Passos Okawa – UEM

Prof. Dr. Julio Cesar de Souza Inácio Gonçalves – UFTM

ANAIS do 6º SIMPÓSIO SOBRE SISTEMAS SUSTENTÁVEIS

- VOLUME 3 -

Gestão e Planejamento de Recursos Hídricos

Copyright © 2021, by Editora GFM.

Direitos Reservados em 2021 por Editora GFM.

Editoração: Cristiano Poletto

Organização Geral da Obra: Cristiano Poletto; Cristhiane Michiko Passos Okawa; Julio Cesar de Souza Inácio Gonçalves

Diagramação: Juliane Fagotti

Revisão Geral: Espaço Histórico e Ambiental

Capa: Juliane Fagotti

CIP-Brasil. Catalogação na Fonte

Os Organizadores, A Editora, As Universidades Realizadoras e Participantes e A Comissão Científica não, necessariamente, compartilham das mesmas opiniões dos Autores de Artigos publicados nesses Anais, ficando os Autores dos Artigos TOTALMENTE responsáveis por seus artigos, suas opiniões, suas afirmações, suas pesquisas, suas referências, suas citações e suas conclusões.

Cristiano Poletto; Cristhiane Michiko Passos Okawa; Julio Cesar de Souza Inácio Gonçalves (Organizadores)

ANAIS do 6º SIMPÓSIO SOBRE SISTEMAS SUSTENTÁVEIS – Volume 3 – Artigos Completos – Gestão e Planejamento de Recursos Hídricos / Cristiano Poletto; Cristhiane Michiko Passos Okawa; Julio Cesar de Souza Inácio Gonçalves (Organizadores) – Toledo, PR: Editora GFM, 2021.

465p.: il.;

ISBN 978-65-87570-17-4

CDU 502.3/7

É AUTORIZADA a livre reprodução, total ou parcial, por quaisquer meios, sem autorização por escrito da Editora ou dos Organizadores.

Comissão Organizadora

Prof. Dr. Cristiano Poletto – UFRGS (Presidente)
Prof.^a Dr.^a Cristhiane Michiko Passos Okawa – UEM
Prof. Dr. Julio Cesar de Souza Inácio Gonçalves – UFTM

Comissão Científica

Dr. Afonso Augusto Magalhães de Araujo - UFRJ	Dr. Helder Rafael Nocko - EnvEx Engenharia e Consultoria
Dr. Álvaro José Back - UNESC	Dr. Ismael Medeiros - UNISUL
Dr. ^a Amanda Gonçalves Kieling - UNISINOS	Dr. Jair Juarez João - UNISUL
Dr. Andre Luiz Andrade Simões - UFBA	Dr. Joel Dias da Silva - FURB
Dr. André Luis Sotero Salustiano Martim - UNICAMP	Dr. José Carlos Araújo - UFC
Dr. ^a Andrezza Marques Ferreira - CEMADEN	Dr. José Gilberto Dalfré Filho - UNICAMP
Dr. Antonio Carlos Zuffo - UNICAMP	Dr. José Luiz Miotto - UEM
Dr. Carlos Alberto Mendes Moraes - UNISINOS	Dr. ^a Josiane Teresinha Cardoso - UDESC
Dr. ^a Cássia Maria Bonifácio - UFSCar	Dr. Julio Cesar de Souza Inácio Gonçalves - UFTM
Dr. ^a Cíntia Soares - UFSC	Dr. Lucio Flavio Ferreira Moreira - UFRN
Dr. ^a Cláudia Telles Benatti - UEM	Dr. Luis Eduardo A. S. Suzuki - UFPel
Dr. ^a Cristiane Kreutz - UTFPR	Dr. Marcelo Giovanella - UCS
Dr. ^a Cristhiane Michiko Passos Okawa - UEM	Dr. ^a Maria de los Angeles Perez Lizama - UNICESUMAR
Dr. Cristiano Poletto - UFRGS	Dr. ^a Maria Cristina de Almeida Silva - UFRGS
Dr. Deusmaque Carneiro Ferreira - UFTM	Dr. Mário Sérgio da Luz - UFTM
Dr. Diego de Souza Sardinha - UNIFAL	Dr. ^a Maristela Denise Moresco Mezzomo - UTFPR
Dr. ^a Elizabete Yukiko Nakanishi B. - UFPR	Dr. Mauricio Vicente Alves - UNOESC
Dr. Everton Skoronski - UDESC	Dr. Michael Mannich - UFPR
Dr. Eudes José Arantes - UTFPR	Dr. Pedro Cunha - Agência Nacional de Águas
Dr. Felipe Fernandes - Grupo Construserv	Dr. Renato Billia de Miranda - USP
Dr. Fernando Mainardi Fan - UFRGS	Dr. ^a Rubia Flores Romani - UFPel
Dr. Fernando Oliveira de Andrade - UTFPR	Dr. Salatiel Wohlmuth da Silva - UFRGS
Dr. Fernando Periotto - UFSCar	Dr. ^a Simone Andrea Furegatti - UNESP
Dr. Fernando Pruski - UFV	Dr. ^a Simone Ramires - UFRGS
Dr. Francisco Lledo dos Santos - UNEMAT	Dr. Valdeci José Costa - UDESC
Dr. Geraldo de Freitas Maciel - UNESP	Dr. ^a Viviane Trevisan - UDESC
Dr. Gerson Salviano Almeida Filho - IPT	Dr. Yuri Jacques A. B. da Silva - UFPI
Dr. Giovanni Chaves Penner - UFPA	Dr. Walszon Terllizzie Araújo Lopes - Agência Nacional de Águas
Dr. Guilherme Barbosa Lopes Junior - UFPE	
Dr. Guilherme Fernandes Marques - UFRGS	

REALIZAÇÃO

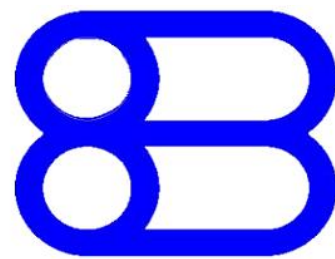


ORGANIZAÇÃO



APOIO

ciência
e natureza



ABES-PR

| SUMÁRIO |

Usos Finais De Água E Potencial De Economia De Água Potável Em Uma Residência Unifamiliar....	10
Uso De Modelagem Estocástica Para Avaliar O Impacto Da Gestão Da Demanda.....	25
Substituição De Bacia Sanitária Convencional Por Hidroeficiente: Pegada De Carbono E Pegada Energética.....	30
Estudo De Sensibilidade Do Impacto Hidrológico Do Crescimento De Um Bairro Residencial Na Drenagem Urbana Da Cidade De Macaé, Rio De Janeiro, Brasil	42
Drone E Vants Como Ferramenta Para Áreas De Difícil Acesso.....	58
Estudo De Indicadores De Recursos Hídricos Na Bacia Do Rio Jequitinhonha.....	74
Uso De Geoprocessamento No Planejamento Territorial Visando A Conservação Dos Recursos Hídricos: Estudo De Caso De Santa Rita Do Sapucaí (Mg).....	88
Equação De Chuvas Intensas E Vazão Da Cidade De Itaperuna-Rj	104
Proposta Metodológica De Pagamentos Por Serviços Ambientais (Psa) Visando A Produção De Água Limpa Em Mananciais.....	117
Análise De Viabilidade Técnica E Econômica De Projeto De Aproveitamento Da Água Da Chuva Em Edifício Comercial No Município De Caxias Do Sul.....	136
Investigação Da Vulnerabilidade De Poços De Abastecimento Do Município De Marau - Rs.....	153
Gerenciamento De Resíduos De Serviços De Saúde De Um Hospital Da Região Metropolitana De Porto Alegre/Rs.....	167
A Atuação Sistêmica Do Ministério Público Federal Para Mitigar A Erosão Costeira No Brasil	180
Avaliação Da Qualidade Acústica Ambiental Em Praças Com Modelos Preditivos De Ruído De Tráfego.....	196
Gestão Ambiental Dos Recursos Hídricos No Plano Diretor De Campos Dos Goytacazes/Rj.....	214
Plano De Bacias Hidrográficas E O Delineamento De Infraestruturas Verdes.....	230
Agricultura Urbana E Periurbana No Município Do Rio De Janeiro – Estudo De Caso Sobre As Legislações Pertinentes.....	245
Proposta De Índice Para Gestão De Resíduos Sólidos Industriais No Município De São Leopoldo – Rs	259

Código Florestal Brasileiro: 1965-2012, Da Ditadura À Democracia	277
A Dimensão Espacial Da Sustentabilidade: Mobilidade Urbana E Diálogos Possíveis	297
Proposta Metodológica Para Avaliação De Áreas Verdes No Meio Urbano: Exemplo Da Cidade De Niterói /Rj.....	312
Risco De Cheias E Impacto Da Legislação Para Redução De Desastres Em Moçambique	327
Avaliação Do Uso Sustentável Da Arborização Urbana Em Maringá, Paraná.....	345
Análise De Requisitos De Artigos Científicos E De Categorias Da Legislação Brasileira Sobre Sistemas De Aproveitamento De Água De Chuva.....	361
Potencialidades Da Coleta Mecanizada Com Containerização De Resíduos Sólidos Urbanos Em Municípios Brasileiros.....	378
A Representatividade Da Condicionante 2.2 Programa De Monitoramento Da Qualidade De Água Do Porto De Rio Grande, Uma Análise Da Abrangência Socioeconômica E Ambiental Do Licenciamento	393
A Participação Popular Como Formuladora De Políticas Públicas Relacionadas À Segurança Hídrica: O Caso Da Política Municipal De Segurança Hídrica De São Paulo.	413
Gestão De Resíduos Da Construção Civil Por Meio Do Diagnóstico Da Certificação Leed	427
Considerações Sobre O Discurso Pró-Pchs no Governo Bolsonaro.....	441
Swot Como Estratégia De Ação De Um Instrumento De Política Pública: Pevs Em Pelotas.....	453

6^o SSS

Simpósio sobre Sistemas Sustentáveis

- PARTE I -

**Ferramentas Aplicadas aos Instrumentos de
Gestão de Recursos Hídricos**

USOS FINAIS DE ÁGUA E POTENCIAL DE ECONOMIA DE ÁGUA POTÁVEL EM UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR

| ID 18415 |

1 Taylana Piccinini Scolaro, 2 EneDir Ghisi

1Universidade Federal de Santa Catarina, e-mail: taylanaps@hotmail.com; 2Universidade Federal de Santa Catarina, e-mail: enedir.ghisi@ufsc.br

Palavras-chave: Usos finais de água; Aproveitamento de água pluvial; Residência unifamiliar.

Resumo

A identificação dos usos finais de água é fundamental para a determinação de estratégias que visem o controle de demanda de água tratada. Este estudo tem como objetivo caracterizar os usos finais de água e investigar o potencial de economia de água potável através da utilização de água da chuva em uma residência unifamiliar localizada em Caçador, Santa Catarina. Os usos finais de água foram estimados com base em fichas de acompanhamento preenchidas pelos usuários, informando o tempo e a frequência de uso dos aparelhos hidrossanitários ao longo do período avaliado. A vazão dos aparelhos foi medida cronometrando o tempo para encher um recipiente graduado. O consumo de água estimado foi comparado diariamente à medição realizada pelo hidrômetro da residência e uma análise de sensibilidade foi realizada para corrigir o consumo estimado com base no consumo medido. O programa computacional Netuno foi utilizado para simular o potencial de aproveitamento de água pluvial. Os resultados indicaram que a bacia sanitária é o aparelho com o maior consumo de água na residência (35,4%), seguida da máquina de lavar roupas (26,8%), chuveiro (12,1%) e torneira externa (12,0%). O consumo diário médio de água potável por pessoa durante o período avaliado foi 107 L e a demanda de água não potável, 76,7% (bacia sanitária, máquina de lavar roupas, torneira do tanque e torneira externa). A implantação de um reservatório de 5.000 L na residência resultaria em potencial de economia de água potável de 70,6% e a demanda de água pluvial seria completamente atendida em 91,1% dos dias do ano. Este estudo demonstrou que há um grande potencial para o uso da água da chuva em residências unifamiliares localizadas no meio-oeste de Santa Catarina.

Introdução

O crescimento populacional e econômico, principalmente a partir da década de 90, vem sendo marcado pelo aumento na demanda de água e pelos desafios quanto ao gerenciamento dos recursos hídricos (TUCCI et al., 2001). A distribuição heterogênea dos recursos hídricos e o consumo da água nos setores de produção agrícola, industrial e de energia são fatores que contribuem com as crises de escassez da água (WWAP, 2020).

Nos últimos 100 anos, estima-se que o consumo global de água tenha aumentado cerca de seis vezes (WADA et al., 2016). Embora o Brasil detenha cerca de 11% dos recursos hídricos superficiais do mundo (50% dos recursos da América do Sul), a distribuição destes recursos no país não acontece de maneira uniforme, sendo a região Amazônica aquela com a maior disponibilidade hídrica e o Nordeste, a região com as maiores limitações (TUCCI et al., 2001).

A fim de mitigar os efeitos da escassez de água, algumas medidas podem ser tomadas para reduzir o consumo de água potável, como por exemplo, campanhas de conscientização, utilização de aparelhos de baixo consumo, aproveitamento de água cinza e aproveitamento de água pluvial, foco deste estudo.

Dentre os benefícios da implantação de sistemas de coleta e aproveitamento de água pluvial, destacam-se a utilização da água com pouco ou nenhum tratamento (conforme o fim a que se destina), a utilização da água coletada em possíveis períodos de descontinuidade no abastecimento de água potável e o aproveitamento de estruturas já existentes na edificação (tais como telhados e lajes), além da redução da demanda de água potável. Entretanto, estes sistemas dependem diretamente da intensidade pluviométrica e necessitam de espaço no terreno para implantação, além de exigirem manutenção por parte do usuário (SIMIONI et al., 2004).

Para a implantação destes sistemas em localidades onde a disponibilidade de água da chuva é muito variável ao longo do ano, geralmente são necessários reservatórios com maior capacidade em comparação com locais onde a precipitação é mais constante (ZHANG et al., 2009). Em escala residencial, a conservação da água pode representar economia sensível de recursos financeiros, através da redução de encargos à utilização de água e produção de esgoto sanitário (GONÇALVES, 2006).

De modo geral, o Brasil possui potencial considerável de economia de água potável através da utilização da água da chuva (LIMA et al., 2011; GHISI et al., 2006). Em residências localizadas no estado Santa Catarina, estima-se que o potencial de economia de água potável varie entre 34% e 92%, com potencial médio de economia de água potável de 69% (GHISI et al., 2006).

Com o intuito de economizar água potável, a água pluvial coletada em telhados pode ser utilizada em atividades que possam fazer uso de água não potável, como descargas de bacias sanitárias, lavagem de roupas e outras atividades de limpeza. A identificação dos usos finais de água em uma residência se baseia nos hábitos e no perfil de consumo dos moradores e é essencial para a determinação de estratégias que visem o controle de demanda por água tratada. Através da compreensão destes usos, é possível investigar as oportunidades mais significativas de racionalização do consumo (GIURCO et al., 2008).

Estudos podem ser encontrados na literatura nacional e internacional sobre os usos finais da água e a utilização de água pluvial em edificações residenciais.

Ghisi e Ferreira (2007) avaliaram o potencial de economia de água potável com o uso de água pluvial e cinza em um edifício residencial de três blocos em Florianópolis/SC. Os usos finais de água foram estimados através da aplicação de questionários e de medições de fluxo de água, considerando que a água para o abastecimento da descarga da bacia sanitária, lavagem de roupas e limpeza não necessita ser potável. Os resultados obtidos mostraram que quando apenas a água da chuva é aproveitada, o potencial de economia é de 14,7% a 17,7%. Considerando somente a água cinza, o potencial de economia varia entre 28,7% e 34,8%. A situação que possibilita maior economia de água potável é quando há combinação das duas alternativas, resultando em potencial de economia de 36,7% a 42,0%.

Marinoski et al. (2014) caracterizaram os usos finais de água em residências de baixa renda na região de Florianópolis/SC através de entrevistas com os moradores e medidas de vazão dos aparelhos. Os resultados apontaram o chuveiro como o equipamento de maior consumo (30% a 36%), seguido pela bacia sanitária (18% a 20%). Os usos finais que não requerem água potável (bacia sanitária, máquina de lavar roupas, torneira da lavanderia e torneira externa) foram equivalentes a um percentual entre 42% e 45% do consumo total de água nas residências. Para estes usos, a água pode ser fornecida por fontes alternativas, como a água da chuva.

Willis et al. (2011), através de tecnologias de medição inteligente baseada em campo e pesquisas por questionário, investigaram os usos de água em 132 residências localizadas na cidade de Gold Coast, Austrália. Os autores identificaram que o chuveiro é o aparelho com o consumo de água mais elevado (31%). O uso de água pela máquina de lavar roupas, descarga da bacia sanitária e irrigação corresponde a 20%, 14% e 12% do total, respectivamente, e, juntos, representam um percentual significativo da demanda de água não potável.

Embora os usos finais variem entre os estudos, verificam-se percentuais de consumo significativos em atividades que não requerem água potável. Este estudo tem o intuito de caracterizar os usos finais de água e investigar o potencial de economia de água potável através da

utilização da água da chuva coletada da cobertura de uma residência unifamiliar localizada em Caçador, Santa Catarina.

Método

Objeto de estudo

O objeto de estudo foi uma residência unifamiliar, localizada na cidade de Caçador/SC, que possui 180,95 m² de área construída e 186,45 m² de área de telhado. A moradia acomoda quatro moradores, no entanto, em alguns dias do período de estudo, estavam presentes apenas três.

Consumo de água potável

O consumo de água diário estimado foi levantado através do preenchimento de fichas de acompanhamento por parte dos moradores, informando o tempo e a frequência de uso dos aparelhos hidrossanitários ao longo do dia. Para os aparelhos em que o consumo de água ocorre por ciclos e não por tempo de uso (máquina de lavar roupas e bacia sanitária com caixa de descarga elevada), a ficha foi preenchida informando o número de ciclos e da frequência de uso. O levantamento do consumo de água potável foi realizado durante quatorze dias do mês de julho de 2018, que corresponde ao inverno.

Para obter a vazão das torneiras (lavatórios, lavanderia, cozinha e torneiras externas) e chuveiros, foi medido o tempo para preencher um recipiente graduado. A vazão foi determinada dividindo o volume pelo tempo de preenchimento e foi obtida a partir da média de três medições. Para as bacias sanitárias com válvula de descarga, foi adotada a vazão unitária de 1,7 L/s, conforme a NBR 8160 (ABNT, 1999) e para a bacia sanitária com caixa de descarga elevada, o consumo foi determinado com base na capacidade da caixa (6 litros). No caso da máquina de lavar roupas, o consumo foi determinado de acordo com o volume de água utilizado em cada nível utilizado (baixo e alto), medido através de recipiente graduado.

As Equações (1) e (2) foram utilizadas para calcular o consumo de água diário através dos aparelhos com base no tempo de utilização (bacia sanitária com válvula de descarga, chuveiro e torneiras) e no número de ciclos (máquina de lavar roupas e bacia sanitária com caixa de descarga elevada).

$$C = \sum (t \times V) \quad (1)$$

$$C = \sum (n \times Cc) \quad (2)$$

Onde: C é o consumo de água (L/dia), t é o tempo de utilização do aparelho em cada dia (s), V é a vazão do aparelho (L/s), n é a frequência de utilização do aparelho em cada dia (número de vezes) e C_c é o consumo do ciclo (L).

O consumo diário médio foi obtido pela média dos consumos diários dos quatorze dias avaliados. O consumo diário por pessoa foi calculado considerando o número de moradores presentes na residência em cada dia e posteriormente foi efetuada a média.

Diariamente, o consumo de água diário estimado foi comparado à medição realizada pelo hidrômetro da residência (consumo de água diário medido), a fim de verificar a exatidão do preenchimento das fichas de acompanhamento. A leitura diária do hidrômetro foi realizada todos os dias no mesmo horário, registrando o consumo referente às últimas 24h. As fichas de acompanhamento de consumo registraram o consumo estimado pelos usuários durante as mesmas 24h.

Análise de sensibilidade

A inexatidão do preenchimento das fichas por parte dos usuários pode acarretar em erros na estimativa do consumo. Para ajustar o consumo diário estimado (fichas de acompanhamento) ao consumo diário medido (hidrômetro), foi realizada uma análise de sensibilidade. Esta análise consistiu em verificar a influência do consumo de água de cada aparelho sobre o consumo total da residência, através da variação do tempo de utilização e da vazão de cada aparelho.

Assim como nos estudos de Ferreira (2005) e Marinovski (2007), foram analisadas aplicações de variações entre -30% a +30%, em intervalos de 10%, sobre o tempo de uso e a vazão dos aparelhos que possuíam os maiores consumos de água na residência, buscando determinar quais aparelhos são mais sensíveis a erros.

Com base na análise de sensibilidade, o consumo médio estimado foi corrigido para coincidir com o consumo médio medido. Os aparelhos que causaram as alterações mais significativas no consumo total foram selecionados. Assim, a diferença entre os consumos estimado e medido foi distribuída proporcionalmente à contribuição de cada um destes aparelhos com o consumo total.

Potencial de economia de água potável

O potencial de economia de água potável foi estimado para diferentes capacidades dos reservatórios através do programa computacional Netuno (GHISI; CORDOVA, 2014). A máxima capacidade adotada para o reservatório inferior foi de 15.000 litros e o intervalo entre os volumes foi de 100 litros. Seu volume foi determinado a partir da análise do potencial de economia de água

potável (%) em função do volume do reservatório inferior (litros), através da qual pode-se verificar que a partir de dado aumento de volume do reservatório, o potencial de economia aumenta pouco expressivamente. A capacidade do reservatório superior foi baseada na demanda diária média de água não potável (que pode ser suprida com água da chuva). O volume foi determinado com base na capacidade volumétrica comercial igual ou superior ao volume demandado.

São dados de entrada necessários a simulação pelo programa computacional Netuno: série de precipitação do local de estudo, área de captação, demanda diária de água potável per capita, número de moradores, percentual da demanda a ser substituída pela água pluvial coletada e coeficiente de escoamento superficial.

Foi utilizada a série histórica de janeiro de 1987 a dezembro 2017 em base diária, fornecida pela EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ CIRAM - Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina. A área de captação foi definida como a área de telhado da edificação.

A demanda diária de água potável per capita consistiu na média dos valores de consumo diários (ajustados pela análise de sensibilidade) divididos pelo número de moradores presentes na residência em cada dia. O número de moradores, utilizado para calcular a demanda diária total de água, foi fixado em quatro. Neste estudo, a demanda de água pluvial foi estimada com base na soma dos consumos de água para abastecer as bacias sanitárias, a máquina de lavar roupas, a torneira do tanque e as torneiras externas.

A residência possui cobertura de telha cerâmica, cujo coeficiente de escoamento superficial pode variar entre 0,79 e 0,89 (FARRENY et al., 2011). Nesse estudo, foi utilizado o valor 0,80, considerando um cenário mais desfavorável para a economia de água potável.

Resultados e Discussões

A Figura 1 mostra a precipitação anual e a média do período de 1897 a 2017 da cidade de Caçador/SC. Nestes 30 anos, o mínimo observado foi 1.211 mm (2006) e o máximo foi 2.356 mm (1998). A média do período é 1.761 mm.

A Figura 2 mostra a precipitação média mensal do período de 1897 a 2017 e os valores de precipitação mínimos e máximos. Estes dados indicam que há abundância de chuva ao longo dos meses do ano.

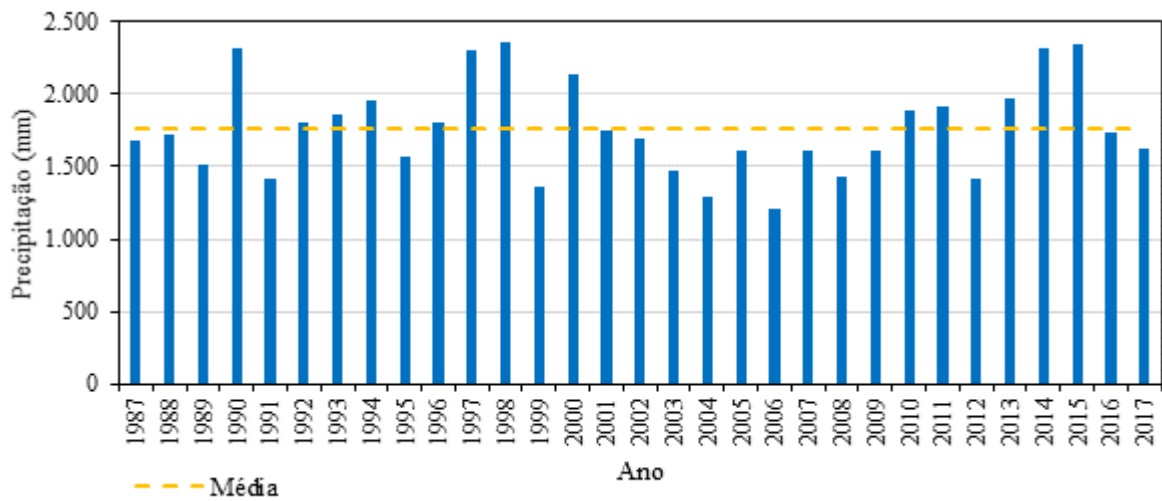


Figura 1: Precipitação anual de Caçador/SC no período de 1987 a 2017

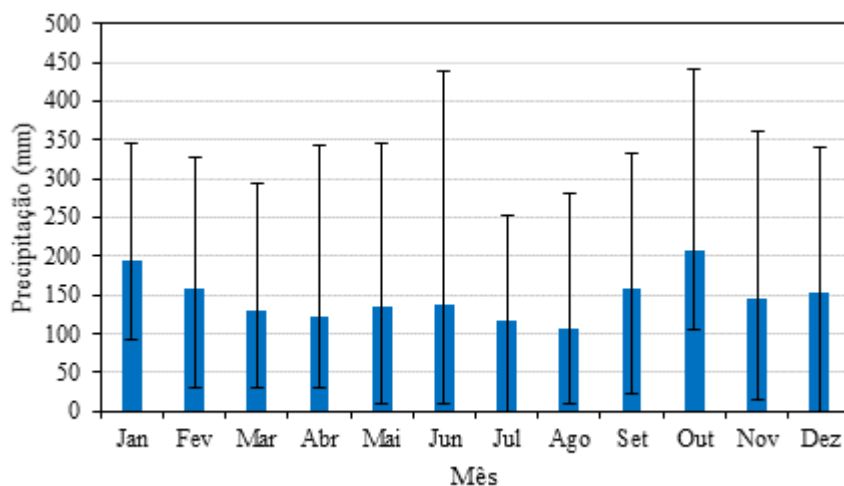


Figura 2: Precipitação mínima, média e máxima mensal de Caçador/SC no período de 1987 a 2017

Consumo de água diário estimado e medido

A Tabela 1 apresenta os valores de vazão encontrados para os aparelhos a partir da média das medições realizadas com os moradores e os valores de consumo dos ciclos da bacia sanitária com caixa de descarga elevada e da máquina de lavar roupas, além da frequência média e tempo médio de uso dos aparelhos. Verificou-se ainda que o chuveiro de um dos banheiros não estava sendo utilizado, dessa forma, foi medida apenas a vazão de um dos chuveiros (e de seu desviador).

A Figura 3 mostra o consumo de água diário estimado por meio das fichas de acompanhamento em comparação com o consumo diário medido pelo hidrômetro durante o período de levantamento,

bem como a diferença associada a cada valor de consumo. No dia 14/julho e entre os dias 20 e 24/julho os quatro moradores estavam presentes na residência e nos demais dias, apenas três.

O consumo diário estimado variou entre 195 e 953 L/dia e o medido variou entre 135 e 832 L/dia. Isto, em decorrência do número de moradores presentes na residência em cada dia e das atividades diárias desempenhadas. A diferença associada aos valores diários de consumo oscilou entre valores positivos e negativos, indicando que o consumo estimado por meio das fichas de acompanhamento foi em alguns dias maior que o consumo medido pelo hidrômetro e em outros dias, menor.

Durante o período de estudo, a média do consumo diário estimado foi 456 L/dia (132 L/dia/pessoa) e a média do consumo diário medido foi 379 L/dia (107 L/dia/pessoa), ou seja, o consumo diário estimado médio foi 20,4% maior que o medido. A fim de melhor representar o consumo médio por pessoa, o mesmo foi calculado considerando o número de moradores presentes na residência em cada dia e, por este motivo, não equivale à simples divisão do consumo médio diário pelo número máximo de moradores (quatro).

Com base nas fichas de acompanhamento preenchidas pelos moradores, também foi verificado o percentual dos usos finais de água por tipo de aparelho (Figura 4). Os maiores consumos de água foram registrados nos aparelhos: bacia sanitária, máquina de lavar roupas, chuveiro e torneira externa, que foram responsáveis por 39,5%, 22,3%, 13,5% e 13,4% do total do consumo, respectivamente.

Tabela 1: Vazão e consumo do ciclo dos aparelhos

Aparelho	Vazão (L/s)	Consumo do ciclo (L)	Frequência média de uso (vezes/dia)	Tempo médio de uso (s/dia)
Bacia sanitária banheiro 1 (Válvula de descarga)	1,70	-	15	71
Bacia sanitária banheiro 2 (Válvula de descarga)	1,70	-	6	35
Bacia sanitária banheiro 3 (Caixa de descarga elevada)	-	6,00	<1	-
Chuveiro banheiro 1	0,05	-	3	1.164
Desviador do chuveiro banheiro 1	0,03	-	3	102
Máquina de lavar (Nível baixo) (Nível alto)	-	77,00	1	-
	-	119,00		-
Torneira banheiro 1	0,07	-	13	92
Torneira banheiro 2	0,10	-	6	39
Torneira banheiro 3	0,07	-	<1	1
Torneira cozinha 1	0,05	-	18	631
Torneira cozinha 2	0,07	-	<1	6
Torneira externa 1	0,22	-	1	263
Torneira externa 2	0,12	-	2	25
Torneira tanque	0,10	-	7	94

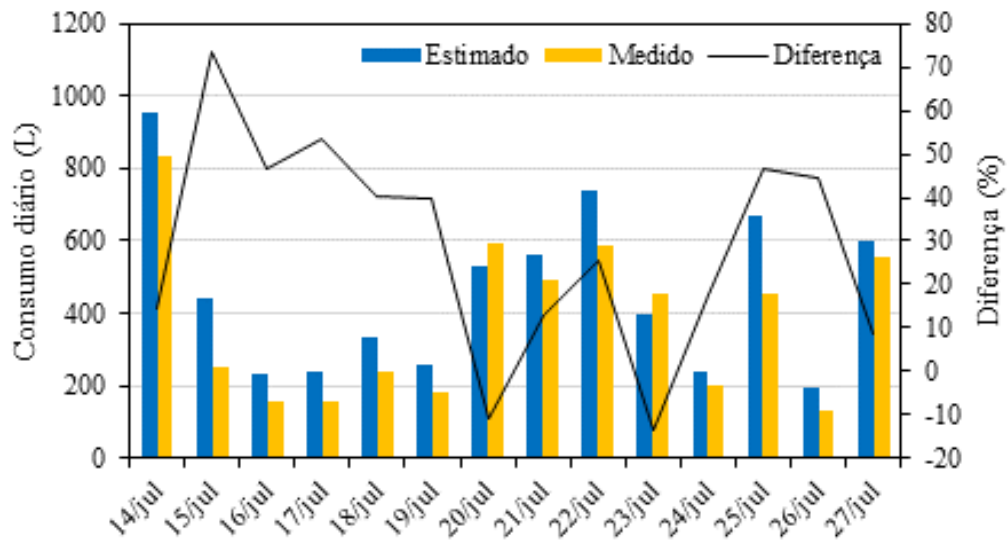


Figura 3: Consumo de água diário estimado e medido.

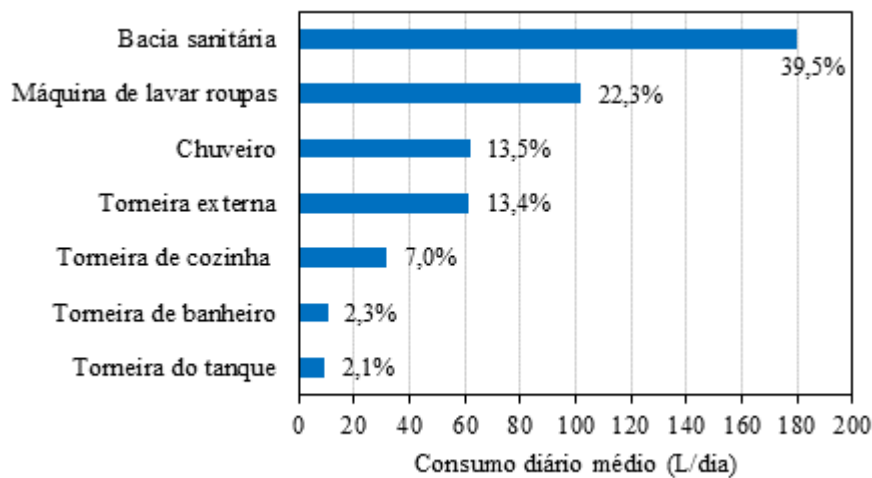


Figura 4: Usos finais de água estimados por aparelho

Análise de sensibilidade

Uma vez que a diferença entre o consumo diário estimado e medido foi significativa (20,4%), foi necessário realizar uma análise de sensibilidade. Essa diferença no consumo pode ter decorrido de erros nos registros de tempo de uso ou na vazão medida de cada aparelho. Assim, para os quatro tipos de aparelhos de maior influência no consumo, foram variados o tempo de uso e a vazão em percentuais de +10%, +20% e +30% a -10%, -20% e -30%. A Figura 5 apresenta a sensibilidade percentual de cada um destes quatro aparelhos.

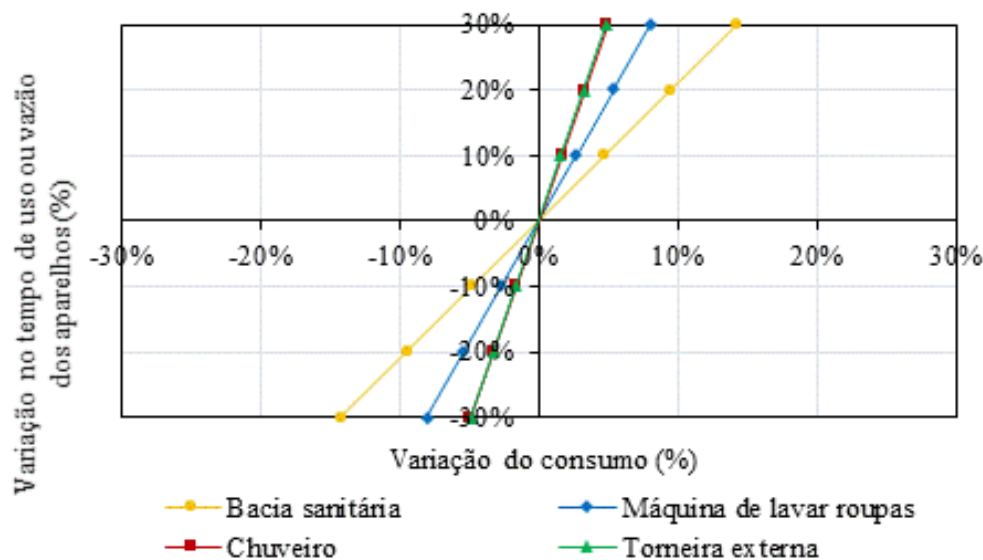


Figura 5: Sensibilidade à variação no tempo de utilização ou na vazão dos aparelhos

O aparelho mais sensível é a bacia sanitária. A variação de 30% sobre o tempo de uso ou a vazão do aparelho gerou diferença de quase 15% sobre o consumo total. A máquina de lavar roupas foi o segundo aparelho mais sensível, com diferença de 8% sobre o consumo total quando aplicada variação de 30% sobre o tempo de utilização ou consumo por ciclo. No entanto, este aparelho não foi considerado uma fonte de erros, visto que o consumo de água ocorre em ciclos e o consumo de água conforme o nível selecionado é constante. Para os aparelhos chuveiro e torneira externa, a diferença gerada pela variação de 30% sobre o tempo de utilização ou vazão foi cerca de 5%.

Dessa forma, a correção nos usos finais de água estimados foi realizada atribuindo a diferença entre os consumos estimado e medido proporcionalmente aos consumos estimados da bacia sanitária, chuveiro e torneira externa.

Usos finais de água corrigidos

Com base na análise de sensibilidade, os consumos estimados para bacia sanitária, chuveiro e torneira externa foram corrigidos para que o consumo estimado médio fosse reduzido em 77 L, ou 20,4%, correspondendo ao consumo medido médio. Isso foi feito reduzindo a diferença entre eles proporcionalmente a contribuição de cada aparelho ao consumo total.

O consumo de água médio diário foi 180 L para bacia sanitária, 62 L para chuveiro e 61 L para torneira externa, totalizando 303 L (59,4% correspondente à bacia sanitária, 20,4% ao chuveiro e 20,2% à torneira externa). Para a bacia sanitária, a diferença de consumo de 77 L foi multiplicada

por 0,594 e o valor foi subtraído do consumo total deste aparelho. O mesmo procedimento foi realizado para o chuveiro e a torneira externa.

Os valores de consumo diário de água corrigidos para cada tipo de aparelho são apresentados na Figura 6.

Os percentuais correspondentes aos aparelhos de maior consumo diminuíram. Ainda assim, a bacia sanitária e a máquina de lavar roupas são os aparelhos com as maiores contribuições ao consumo de água, correspondendo a 35,4% e 26,8% do consumo total, respectivamente. Chuveiro e torneira externa representam percentuais de 12,1% e 12,0% do consumo total, respectivamente. O uso da torneira externa nesta residência deve-se principalmente à atividade de irrigação, além da atividade de limpeza. Os resultados deste estudo corroboram com resultados encontrados por Ferreira (2005) e Vieira (2012) para edificações residenciais, que também atribuíram maior percentual de consumo às bacias sanitárias. Entretanto, diferem dos resultados encontrados por Barreto (2008), Marinoski et al. (2014) e Hammes et al. (2020), que reportaram o chuveiro como aparelho de maior consumo em residências, embora a bacia sanitária também apresente um percentual significativo com relação ao consumo total nestes estudos.

A contribuição percentual de cada aparelho varia consideravelmente entre as habitações devido aos hábitos dos moradores e ao consumo específico dos diferentes tipos de aparelhos utilizados em cada estudo de caso. O uso de diferentes tipos de bacia sanitária (com válvula de descarga, caixa de descarga elevada ou caixa acoplada), por exemplo, pode resultar em diferenças percentuais expressivas deste aparelho com relação ao consumo total.

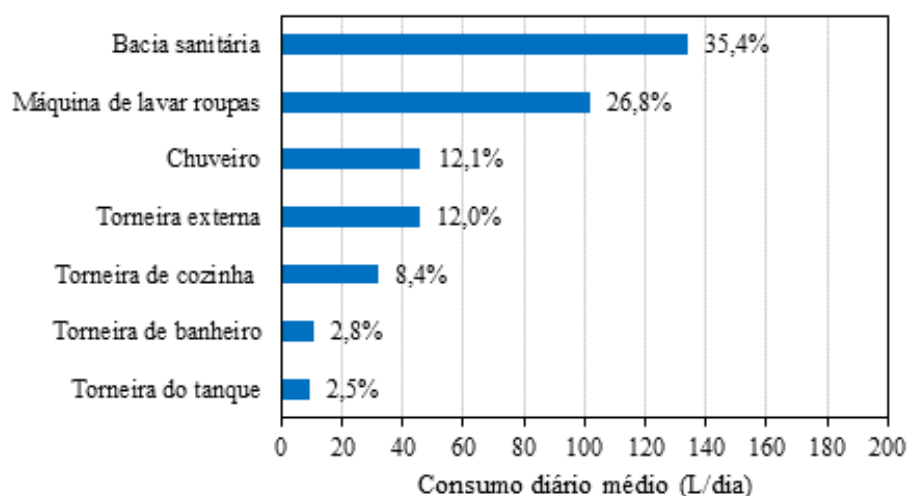


Figura 6: Usos finais de água corrigidos por aparelho

A partir do levantamento dos usos finais da água, verificou-se que cerca de 76,7% da água consumida na residência abastece aparelhos que podem fazer uso de água não potável (bacia sanitária, máquina de lavar roupas, torneira do tanque e torneira externa), como água da chuva.

Potencial de economia de água potável

O reservatório superior é utilizado para armazenar a água da chuva proveniente do reservatório inferior. Seu volume foi determinado com base na demanda diária média de água não potável na residência. O consumo diário médio de água potável por pessoa durante o período avaliado foi 107 L e a demanda de água não potável (água pluvial), 76,7%. Assim, a demanda diária média de água pluvial é cerca de 330 L. Como não existem reservatórios com essa capacidade no mercado, optou-se por utilizar um reservatório superior com 500 L.

A capacidade do reservatório inferior foi definida como aquela em que, a partir da qual, um aumento de 1.000 L no volume do reservatório, não resultasse em um aumento de, pelo menos, 2% no potencial de economia de água potável. A capacidade escolhida foi de 5.000 L, resultando no potencial de economia de água potável de 70,6%. A Figura 7 ilustra a curva do potencial de economia de água potável para diferentes volumes do reservatório inferior. No trecho inicial da curva, verifica-se um aumento acentuado do potencial de economia em função da capacidade do reservatório. Para maiores volumes do reservatório (acima de 5.000 L), a curva forma um platô, com variações pouco expressivas do potencial de economia.

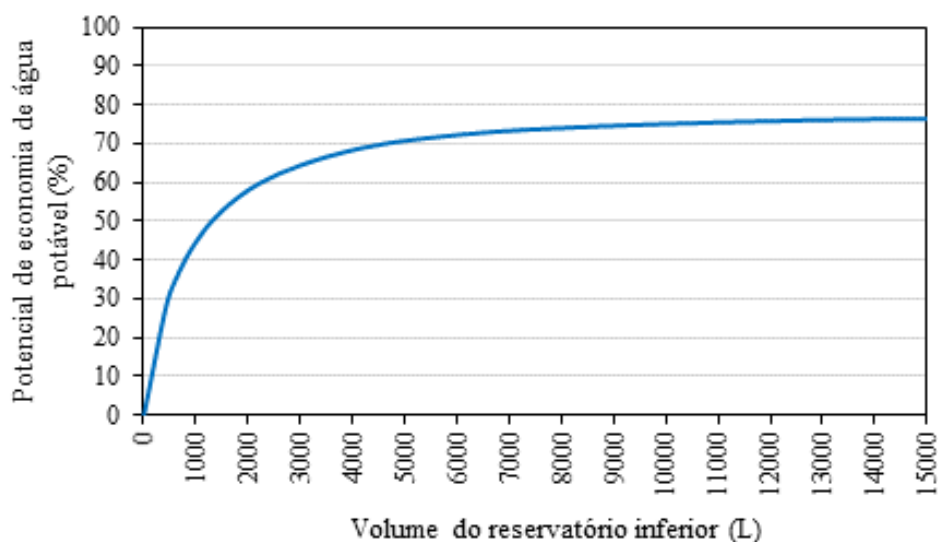


Figura 7: Potencial de economia de água potável em função do volume do reservatório inferior

A simulação também apresenta o percentual de dias em que a demanda de água não potável é completamente, parcialmente e não atendida durante o ano. Utilizando reservatório inferior de 5.000 L, o percentual de dias em que o volume de água da chuva atende a demanda de água não potável é 91,1%, um percentual expressivo. Em 1,4% dos dias a demanda é parcialmente atendida e em 7,5% dos dias não há água da chuva, como mostra a Figura 8.

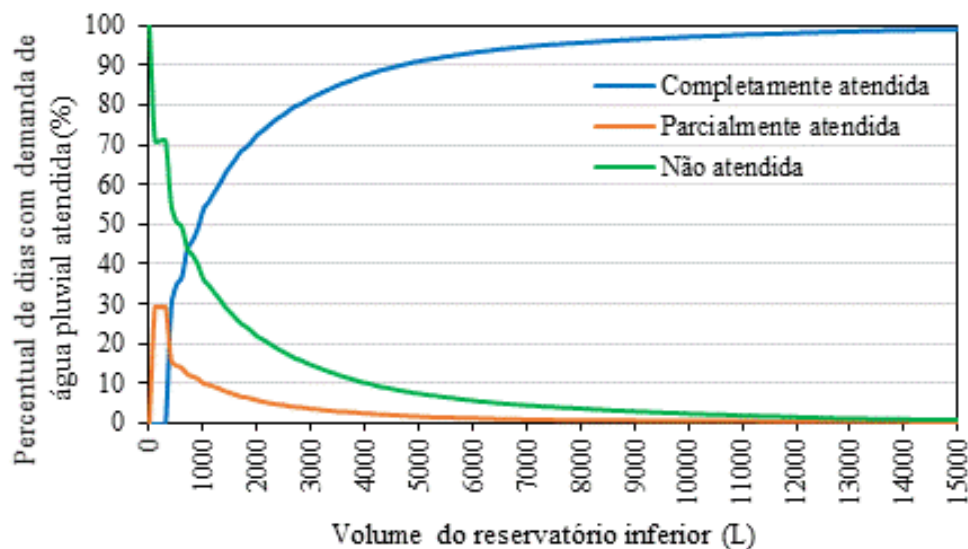


Figura 8: Percentual de dias em que a demanda de água não potável é completamente, parcialmente e não atendida

O potencial de economia de água potável devido à implantação de um sistema de coleta de água da chuva é influenciado pelo volume de chuvas do local, área de captação, demanda de água não potável e capacidade do reservatório. Na residência em estudo, tais fatores resultaram no potencial expressivo de economia de água potável de 70,6%. Este valor encontra-se dentro do intervalo reportado por Ghisi et al. (2006) para o setor residencial de municípios catarinenses (potencial de economia entre 34% e 92%) e é muito similar ao potencial médio encontrado pelos autores (69%). O consumo diário médio de água potável per capita encontrado por esta pesquisa (107 L/dia/pessoa) também se aproxima do resultado médio encontrado pelos autores (118 L/dia/pessoa). O consumo diário per capita se enquadra nas recomendações da Organização Nações Unidas, segundo a qual, 110 L/dia/pessoa é o necessário para atender as necessidades de consumo e higiene.

Conclusões

Este estudo caracterizou os usos finais de água e o potencial de aproveitamento de água potável através da utilização da água da chuva em uma residência localizada na cidade de Caçador/SC.

Os resultados mostraram a bacia sanitária como o aparelho responsável pela maior parcela do consumo de água, o que pode estar relacionado com o uso de bacias sanitárias com válvula de descarga e com caixa de descarga elevada. Na sequência, estão a máquina de lavar roupas, o chuveiro e as torneiras externas, utilizadas principalmente para irrigação.

Com base na análise dos usos finais da água, verificou-se que 76,7% da demanda de água da residência é destinada para fins não potáveis (bacia sanitária, máquina de lavar roupas, torneira do tanque e torneira externa).

A simulação de um sistema de captação e aproveitamento de água da chuva realizada neste estudo demonstrou que há potencial de economia de água potável igual a 70,6% caso haja aproveitamento da água pluvial em residências unifamiliares.

Referências Bibliográficas

- ABNT. 1999. NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução. Rio de Janeiro.
- Barreto, D. 2008. Residential water consumption pattern and internal uses of water. *Ambiente Construído*, v. 8, n. 2, p. 23-40.
- Farreny, R.; Morales-Pinzón, T.; Guisasola, A.; Tayà, C.; Rieradevall, J.; Gabarrell, X. 2011. Roof selection for rainwater harvesting: quantity and quality assessments in Spain. *Water research*, v. 45, n. 10, p. 3245-3254.
- Ferreira, D. F. 2005. Aproveitamento de águas pluviais e reuso de águas cinzas para fins não potáveis em um condomínio residencial localizado em Florianópolis-SC. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Ghisi, E.; Cordova, M. M. 2014. Netuno 4. Programa Computacional. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/>.
- Ghisi, E.; Ferreira, D. F. 2007. Potential for potable water savings by using rainwater and greywater in a multi-storey residential building in southern Brazil. *Building and Environment*. v. 42, n. 7, p. 2512-2522.
- Ghisi, E.; Montibeller, A.; Schmidt, R. W. 2006. Potential for potable water savings by using rainwater: An analysis over 62 cities in southern Brazil. *Building and Environment*, v. 41, n. 2, p. 204-210.
- Giurco, D. P.; Carrard, N.; Mcfallan, S.; Nalbantoglu, M.; Inman, M.; Thornton, N.; White, S. 2008. Residential end-use measurement Guidebook: a guide to study design, sampling and technology. Institute for Sustainable Futures and CSIRO. Victoria, Austrália.

- Gonçalves, R. F. 2006. Tecnologias de segregação e tratamento de esgotos domésticos na origem, visando à redução do consumo de água e da infraestrutura de coleta, especialmente nas periferias urbanas. RiMa. Espírito Santo, Vitória.
- Hammes, G.; Ghisi, E.; Thives, L. P. 2020. Water end-uses and rainwater harvesting: a case study in Brazil. *Urban Water Journal*, v. 17, n. 2, p. 177-183.
- Lima, J. A.; Dambros, M. V. R.; Antonio, M. A. P. M.; Janzen, J. G.; Marchetto, M. 2011. Potencial da economia de água potável pelo uso de água pluvial: análise de 40 cidades da Amazônia. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 16, n. 3, p. 291-298.
- Marinoski, A. K.; Vieira, A. S.; Silva, A. S.; Ghisi, E. 2014. Water end-uses in low-income houses in Southern Brazil. *Water*, v. 6, n. 7, p. 1985-1999.
- Simioni, W. I.; Ghisi, E.; Gómez, L. A. 2004. Potencial de Economia de Água Tratada Através do Aproveitamento de Águas Pluviais em Postos de Combustíveis: estudos de caso. *Anais do Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*. São Paulo.
- Tucci, C. E. M.; Hespanhol, I.; Netto, O. M. C. 2001. *Gestão da água no Brasil*. UNESCO, Brasil.
- Vieira, A. S. 2012. *Uso racional de água em habitações de interesse social como estratégia para a conservação de energia em Florianópolis, Santa Catarina*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Wada, Y.; Flörke, M.; Hanasaki, N.; Eisner, S.; Fischer, G.; Tramberend, S.; ... Wiberg, D. 2016. Modeling Global Water Use for the 21st Century: Water Futures and Solutions (Wfas) Initiative and Its Approaches. *Geoscientific Model Development*. 175–222.
- Willis, R. M.; Stewart, R. A.; Panuwatwanich, K.; Williams, P. R.; Hollingsworth, A. L. 2011. Quantifying the influence of environmental and water conservation attitudes on household end use water consumption. *Journal of environmental management*, v. 92, n. 8, p. 1996-2009.
- WWAP (United NationsWorld Water Assessment Programme). 2020. *The United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change*. Unesco, France, Paris.
- Zhang, Y.; Chen, D.; Chen, L.; Ashbolt, S. 2009. Potential for rainwater use in high-rise buildings in Australian cities. *Journal of environmental management*, v. 91, n. 1, p. 222–6.

USO DE MODELAGEM ESTOCÁSTICA PARA AVALIAR O IMPACTO DA GESTÃO DA DEMANDA

| ID 19393 |

1 Vanessa Silva Santos, 2 Anderson de S. M. Gadea, 3 Eduardo Cohim

1Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: silvasantos.vanessa@hotmail.com; 2

Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: gadea@uefs.br; 3Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: edcohim@gmail.com

Palavras-chave: usos finais; modelagem estocástica; gestão da demanda.

Resumo

Como uma alternativa a necessidade de caracterização da demanda hídrica por medidores, metodologias pautadas na modelagem computacional tem se tornado mais atraentes para os Sistemas de Abastecimento de Água (SAA).

Modelos estocásticos utilizando distribuições de probabilidade associadas as características dos aparelhos sanitários e comportamentais da população de estudo foi o objeto de estudo de alguns autores. Blokker (2010) utilizou dados estatísticos da Holanda em 2001 e de Ohio, EUA. Ferreira e Gonçalves (2019) também criaram um modelo preditivo a partir dos trabalhos de Ilha e Gonçalves (1991), Barreto e Medeiros (2008) e Oliveira et al. (2013), nos quais a área de estudo de ambos foi no município de São Paulo.

Com essa finalidade, um modelo estocástico preditivo de demanda de água residencial foi desenvolvido para cinco aparelhos sanitários em residências com o passo de 1s, a fim de obter o consumo total instantâneo da demanda domiciliar por dispositivo hidráulico, em pequenas e grandes populações e também a concatenação do consumo total e setorizado de água com uso racional.

Metodologia

Para a realização do estudo proposto foi criado um modelo estocástico na linguagem de programação MATLAB. A estrutura do modelo criado é similar ao SIMDEUM, desenvolvido por Blokker (2010). Como mostrado na Figura 1, a demanda de uso de um usuário ' j ' em um determinado aparelho num tempo ' τ_i ' é associada a um pulso aleatório de duração ' D_i ' e de intensidade ' I_i '. Por fim a demanda total Q é obtida através da soma de todos os pulsos retangulares de todos aparelhos, tal qual a Equação 1, onde k é o índice de contagem de todos usos finais de 1 a M , j o índice dos usuários e i , o índice que contabiliza todos eventos de uso de todos aparelhos e usuários. Neste trabalho foram considerados os usos e as distribuições de probabilidades obtidas por Ferreira e Gonçalves (2019), descritos na Tabela 1.

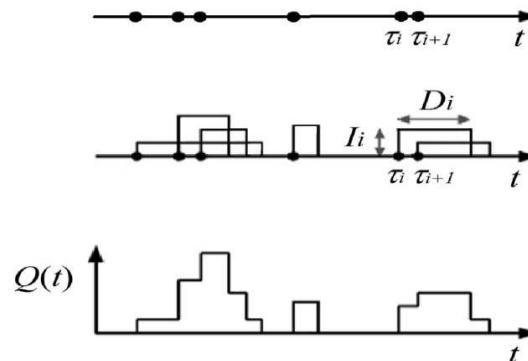


Figura 1: Metodologia de mensuração do consumo utilizada no SIMDEUM, Blokker (2010)

	Frequência		Duração		Vazão (L/S)	
	Distribuição	Parâmetro	Distribuição	Parâmetro	Distribuição	Parâmetro
Lavatório	Poisson	$\lambda = 5.93$	Lognormal	$\sigma=0.8449$ $\mu=3.3551$;	Lognormal	$\sigma=0.3275$; $\mu=-2.6677$;
Pia	Poisson	$\lambda = 24.88$	Lognormal	$\sigma=0.785$; $\mu = 3.1763$;	Weibull	$\lambda= 0.569$ $k= 1.5871$
Chuveiro	Poisson	$\lambda = 1.08$	Gama	$k=6.5216$ $\theta= 0.7668$	Lognormal	$\mu=-2.4205$ $\sigma= 0.2014$
M.Q.L	-	-		6 Min/Ciclo	Uniforme	0.1
B.S (12L)	Poisson	$\lambda = 2,75$	Fixo	60s	Fixa	0,25L/s
Tanque	Poisson	$\lambda = 1,15$	Lognormal	$\sigma=0,8918$; $\mu=3,2905$;	Lognormal	$\sigma=0.3279$; $\mu=-0.3485$;

Tabela 2: Padrão estatístico de uso por aparelho sanitário , adaptado de Ferreira e Gonçalves (2019)

Para a frequência de ciclos da máquina de lavar no Brasil é adotada a distribuição Poisson, com $\lambda = 0.37$, também utilizado por Blokker (2010).

O horário de pico de demanda até 30min depois de acordar, nos 30 min antes de sair de casa, nos 30 min após retornar e nos 30 min antes de dormir. Dentro do modelo desenvolvido cada aparelho tem uma probabilidade de horário de ocorrência, tal que:

- A probabilidade de uso do chuveiro e do lavatório no horário de pico é de 100%, da bacia sanitária 50%, da máquina de lavar e tanque é 0%, segundo Blokker (2010)
- Na madrugada a probabilidade de uso é 10%, exceto máquina e tanque (0%).

Os parâmetros estatísticos foram definidos segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), conforme a Tabela 2.

Tabela 2: Parâmetros da distribuição normal para região urbana, adaptado de IBGE (2011)

	Número de moradores por apartamento	Idade
Parâmetros	$\mu = 2.60736$	$\mu = 32,0208$
	$\sigma = 1.27454$	$\sigma = 20,2051$
R^2	94,78%	82,91%
RMSE	0,0252	0,0029

Para análise do uso racional, foi simulada a demanda de dois cenários por 24h com o comportamento da Tabela 3, sendo um padrão (C1) e outro (C2) com bacia sanitária com vazão fixa de 0,4L/s e duração fixa de 5s e chuveiro com vazão fixa em 3L/min e duração fixa de 5min.

Tabela 3: Padrão horário comportamental do usuário segundo distribuição normal por faixa etária

		Acordar	Sair de casa	Retornar	Dormir
18 a 65 anos (75%)	μ	5:30:00	07:30:00	19:30:00	22:30:00
	σ	01:00:00	00:30:00	00:45:00	01:30:00
18 a 65 anos (25%)	μ	8:00:00	10:00:00	14:00:00	23:30:00
	σ	01:00:00	03:00:00	04:00:00	01:00:00
Até os 17 anos (matutino 60%)	μ	6:00:00	07:30:00	12:30:00	22:30:00
	σ	01:00:00	00:30:00	00:30:00	01:00:00
Até os 17 anos (vespertino 40%)	μ	09:30:00	13:00:00	18:00:00	01:00:00
	σ	01:00:00	00:30:00	00:30:00	01:30:00
A partir dos 65 anos	μ	05:30:00	10:00:00	14:00:00	21:30:00
	σ	01:00:00	03:00:00	04:00:00	00:30:00

Resultados e Discussão

O consumo por aparelho e por amostra não variou linearmente com a quantidade de domicílios, devido a estocasticidade do modelo.

Na Figura 3, há uma concentração de picos de demanda na faixa horária da manhã que se associam ao padrão comportamental da Tabela 4. Entretanto, ainda que a idade influencie no comportamento horário dos eventos, não influi nos parâmetros de consumo da Tabela 3. Em C2, o consumo de água foi 40% menor do que em C1 em todas as amostras, de acordo com a Tabela 4, e houve uma redução nos picos de demanda, evidenciando a atenuação de eventos de sobrecarga no SAA.

Ao comparar o consumo médio per capita de 143L/hab./dia do primeiro cenário para uma média de 2.6 hab./dom, em que os parâmetros foram obtidos por estudos na cidade de São Paulo, com demais estudos na mesma cidade de Barreto (2008), 152.7 L/dia/hab. e Rocha e Barreto (1999), de 109 L/dia/hab., é verificada a confiabilidade dos resultados.

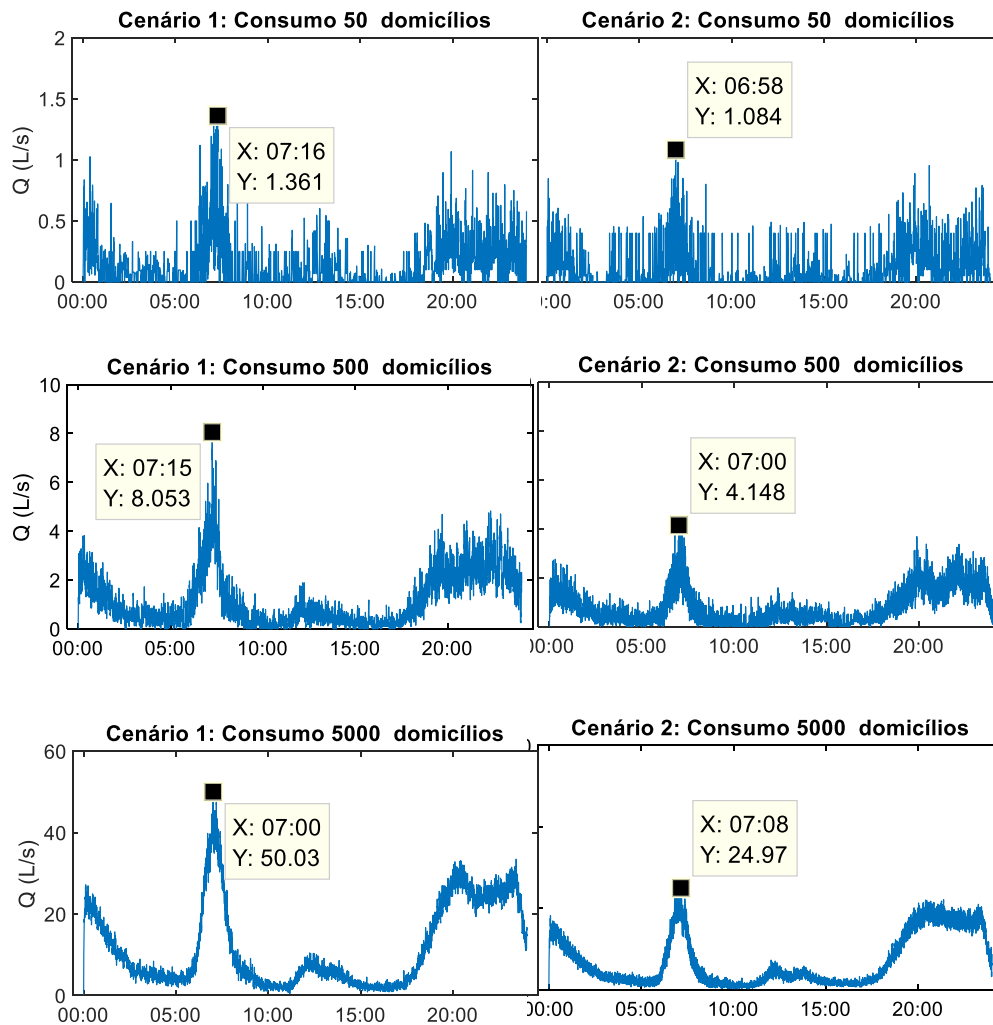


Figura 3: Vazão (Q) em L/s por hora, cenários C1 e C2.

Tabela 4: Consumo total por aparelho e número de domicílios cenários C1 e C2

Cenário 1							
	B. S.	Lavatório	Chuveiro	Pia	Tanque	MQL	Total C1
50	7,485	2,988	5,273	1,981	257	1,728	19,712
500	67,02	28,547	45,775	20,744	2,233	22,032	186,351
5000	656,415	281,67	463,84	205,37	23,131	221,616	1,852,042
Cenário 2							
	B. S.	Lavatório	Chuveiro	Pia	Tanque	MQL	Total C2
50	860	2,925	2,85	2,029	179	2,16	11,003
500	8,818	28,438	25,485	20,536	2,26	21,744	107,281
5000	86,682	282,82	255,6	207,52	22,719	220,464	1,075,805

Considerações Finais

A caracterização da demanda é fundamental para a utilização adequada de recursos financeiros nos sistemas de abastecimentos, e sua análise e diagnósticos devem ser contínuos. A aplicação de aparelhos eficientes é um dos pilares para melhor gestão da demanda e melhor aproveitamento dos recursos hídricos. O modelo criado atua como uma ferramenta com bom potencial de uso para dimensionamento dos SAA's, com resultados dentro da margem encontrada na literatura para a mesma região de estudo. Nele nota-se que a aplicação de medidas de gestão da demanda de forma hierárquica nos aparelhos com maior potencial de uso em horários de pico uniformiza a demanda e, por conseguinte, atenua eventos de sobrecargas no SAA, tal que uso eficiente do chuveiro e bacia sanitária reduziu cerca de 40% do consumo total. Para uma análise mais apurada de cada cenário deve-se considerar mais iterações, períodos mais longos, mais usos e cenários distintos, assim como a influência do gênero nas variáveis de consumo.

Referências

- BARRETO, Douglas (2008). Perfil do consumo residencial e usos finais da água. *Ambiente Construído*, v. 8, n. 2, p. 23-40.
- BARRETO, D.; MEDEIROS, O. (2008). Caracterização da vazão e frequência de uso de aparelhos sanitários. *Ambiente Construído*, v. 8, n. 4, p. 137-149.
- BARRETO, D.; ROCHA, A.L. Caracterização do consumo de água de aparelhos sanitários economizadores de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., 1999, Rio de Janeiro. Anais...
- BLOKKER, et. al. (2010). "Simulating residential water demand with a stochastic end-use model." *J. Water Resour. Plann. Manage.*, 10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000002, 19-26.2010.
- FERREIRA, T. D. V., & GONCALVES, O. M. (2019). Stochastic simulation model of water demand in residential buildings. *Building Services Engineering Research and Technology*, 0143624419896248
- ILHA, M. S. d. O.; GONÇALVES, O. M. Estudos de parâmetros relacionados com a utilização de água quente em edifícios residenciais. *Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP*, v. 38, 1991.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2011). Sinopse do censo demográfico. Rio de Janeiro.
- OLIVEIRA, L. H. de et al. (2013) Modelling of water demand in building supply systems using fuzzy logic. *Building Services Engineering Research and Technology*.

SUBSTITUIÇÃO DE BACIA SANITÁRIA CONVENCIONAL POR HIDROEFICIENTE: PEGADA DE CARBONO E PEGADA ENERGÉTICA

| ID 19394 |

1Thiago Silva de Afonso Cunha, 2Adriano Souza Leão, 3Eduardo Borges Cohim

1Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: thsacunha@gmail.com; 2Centro Universitário SENAI CIMATEC, e-mail: adrianoleaoeng@outlook.com; 3Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: edcohim@gmail.com

Palavras-chave: Aparelho economizador de água; uso racional da água; redução na fonte.

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a Pegada de Carbono (PC) e Pegada Energética (PE) de uma bacia sanitária hidroeficiente (duplo acionamento) de (25 a 30) kg por meio da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) em uma abordagem de berço-ao-túmulo, além de comparar os benefícios ambientais da substituição do modelo convencional pelo hidroeficiente. Analisou-se um cenário base (C1) com dados secundários médios do setor no Brasil, e cenários alternativos, com C2 considerando menor uso de gás natural na fabricação, e C3, menor distância entre fornecedores de matérias-primas, fábrica, e usuário final. Os resultados mostraram a emissão de (41 ± 4) kg CO₂eq e demanda acumulada de (792 ± 72) MJ de energia por bacia em C1. Haveria uma redução média de 30 % para PC e 25 % para PE no cenário C2, e de 13 % e 36 % em C3, respectivamente. Considerando os impactos incorporados na água abastecida pelo sistema público, a substituição das bacias como uma medida de redução de uso da água na fonte teria retorno de 6,6 anos para a PC e 4,8 anos para PE e, após isso, seria capaz de evitar o consumo de cerca de 240 m³ de água, emissão de 114 kg CO₂eq, e demanda de 3,1 GJ de energia por aparelho considerando sua vida útil típica. A PC da fabricação de louça sanitária no Brasil no cenário base (C1) está na mesma ordem de grandeza dos resultados da literatura consultada.

Abstract

This study aimed to assess the Carbon Footprint (CF) and Energy Footprint (EF) of a (25 to 30) kg hydro-efficient toilet (dual-flush) using the Life Cycle Assessment (LCA) in a cradle-to-grave

approach, in addition to comparing the benefits of the replacement of the conventional model by the hydro-efficient one. The assessed scenarios were: the base scenario (C1) with average secondary data for the sector in Brazil; and alternative scenarios, with C2 considering a smaller use of natural gas in manufacturing, and C3, a smaller distance between raw material suppliers, factory, and final user. The results showed the emission of (41 ± 4) kg CO₂eq and cumulative demand of (792 ± 72) MJ energy per toilet in C1. There would be an average reduction of 30% for CF and 25% for EF in scenario C2, and 13 % and 36 % in C3, respectively. Considering the impacts embodied in the water supplied by the urban system, the replacement of toilets as a source reduction measure would have a return of 6.6 years for CF and 4.8 years for EF and, after that, it would be able to avoid the consumption of about 240 m³ of water, emission of 114 kg CO₂eq, and demand of 3.1 GJ of energy per toilet considering its typical useful life. The CF of the manufacture of sanitary ware in Brazil in the base scenario (C1) is in the same order of magnitude as the results in the consulted literature.

Introdução

A crescente demanda por água causada pelo crescimento populacional e da escassez regional (em quantidade e qualidade) constituem um desafio crítico para o desenvolvimento econômico e a proteção ambiental (Richter *et al.* 2018). Consumo e poluição de água estão associados a diversas atividades antrópicas como consumo doméstico, agricultura e indústria (Flörke *et al.*, 2018). Dessa forma, a ideia de desenvolvimento sustentável incentiva a eficiência no uso de recursos naturais, minimização da poluição ambiental, e redução na emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) (ONU, 2015).

A indústria da construção civil é um dos principais consumidores de recursos naturais, como materiais, eletricidade, solo e água (Devi e Palaniappan, 2014). O setor é responsável por cerca de 40 % do consumo mundial de eletricidade, 30 % do uso de matéria-prima, 25 % de geração de resíduos sólidos, 12 % do uso do solo, 33 % das emissões de GEE e 25 % do uso da água (Chau; Leung; Ng, 2015).

No ambiente construído, a eficiência dos sistemas hidrossanitários e seus componentes têm papel crucial no consumo da água na fase de uso das edificações (Stec *et al.*, 2017). Aparelhos economizadores, ou hidroeficientes, são capazes de exercer a mesma função de aparelhos convencionais, porém demandando menos água no processo. Por exemplo, a adoção de bacias sanitárias com caixa acoplada representa uma economia de pelo menos metade da água na fase de uso em comparação às válvulas de descarga largamente utilizada décadas atrás. Ainda assim, o uso da água por meio desses aparelhos relativo ao consumo total de uma residência pode ser de 20 % ou

superior (Barreto, 2008; Schleich; Hillebrand, 2009). A economia proporcionada pela modernização das instalações pode compensar os impactos gerados pela produção desses aparelhos.

Uma bacia sanitária convencional permite ao usuário apenas descargas de 6 L, enquanto uma bacia sanitária hidroeficiente oferece a opção de uma descarga de 3 L para urina e uma de 6 L para fezes, o que pode gerar uma economia de água considerável quando utilizada da forma indicada. Além disso, a redução do consumo de água em uma residência evita o uso de energia e emissão de GEE pelo sistema de abastecimento de água doméstico (Guanais, 2015).

O método de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) permite calcular o desempenho ambiental de produtos e serviços, por meio de indicadores como demanda de energia acumulada e potencial de aquecimento global a partir dos fluxos de material e energia necessários para que um sistema de produto exerça suas funções (ABNT, 2009a). A ACV tem sido amplamente aplicada para estimar o desempenho ambiental no setor da construção civil (Sharma; Gupta, 2020).

Existem estudos que avaliaram os impactos do ciclo de vida associados a produção de louças sanitárias, como Lv *et al.* (2019) e Silvestri *et al.* (2019), considerando uma série de categorias de impacto. Porém, estudos sobre a substituição de sistemas e componentes hidrossanitários, dentre eles a bacia sanitária, que possui participação relevante no uso de água doméstico, ainda são escassos. Portanto, é importante avaliar se os benefícios ambientais gerados pela substituição de aparelhos convencionais por hidroeficientes compensam os impactos da fabricação e outras etapas do ciclo de vida do aparelho.

O objetivo deste estudo foi avaliar a pegada de carbono e pegada energética associadas ao ciclo de vida de uma bacia sanitária hidroeficiente de berço-ao-túmulo, além de comparar os benefícios ambientais da substituição do modelo convencional pelo hidroeficiente.

Metodologia

Escopo

Neste estudo aplicou-se a metodologia da avaliação do ciclo de vida com base na NBR ISO 14040 (ABNT, 2009a) e NBR ISO 14044 (ABNT, 2009b) para quantificar os impactos ambientais de berço-ao-túmulo do ciclo de vida de uma bacia sanitária hidroeficiente em substituição a uma bacia convencional. Avaliou-se a demanda acumulada de energia (Pegada Energética – PE) e o potencial de aquecimento global (Pegada de Carbono – PC).

Processo de fabricação da bacia sanitária

A indústria de louças cerâmicas utiliza demanda matérias-primas minerais e utilidades industriais na fabricação (Cabral *et al.*, 2010; Silvestri *et al.*, 2010) e o produto final conta também com componentes plásticos como principais constituintes de sistemas de descarga e assento/tampa. A fabricação de louças sanitárias (como os bidês, lavatórios e bacias sanitárias) seguem processos semelhantes aos que são aplicados a todos os demais produtos cerâmicos (CE, 2007). As matérias-primas minerais são misturadas com água para produzir a barbotina, uma solução de argila, que é armazenada em tanques e normalmente utilizada para a fundição em moldes separados ou em máquinas de fundição sob pressão. Após a retirada das formas as peças são secas. O esmalte é aplicado diretamente na superfície da argila e queimado a aproximadamente 1200 °C. Após a queima, os produtos são visualmente inspecionados. Produtos com pequenos defeitos são reparados ou reenviados para o forno, enquanto produtos com sérios defeitos são rejeitados e podem ser reciclados como matéria-prima ou dispostos em aterro, pois constituem materiais inertes (Lv *et al.* 2019; Cabral *et al.* 2010). As perdas da fabricação representam cerca de 20 % em massa (Cabral *et al.*, 2010) além da perda de material presente no efluente, adotado como 3,6 % com base em Comissão Europeia (CE, 2007).

Fronteira do sistema

A fronteira do sistema (Figura 1) engloba as etapas de fabricação da bacia no primeiro plano, bem como extração e beneficiamento das matérias-primas, transporte, produção de utilidades industriais, disposição final de resíduo sólido e produto no fim da vida útil, e tratamento do efluente no segundo plano.

O processo de fabricação da bacia sanitária utiliza feldspato (representando a entrada de feldspato e leucofilito), argila e caulim como constituintes da louça, e utilidades industriais como gás natural, eletricidade e água (Cabral *et al.*, 2010; Silvestri *et al.*, 2019). O produto final inclui também tampa/assento e o sistema de descarga compostos por plásticos de engenharia, como o polipropileno, segundo levantamento realizado para o estudo.

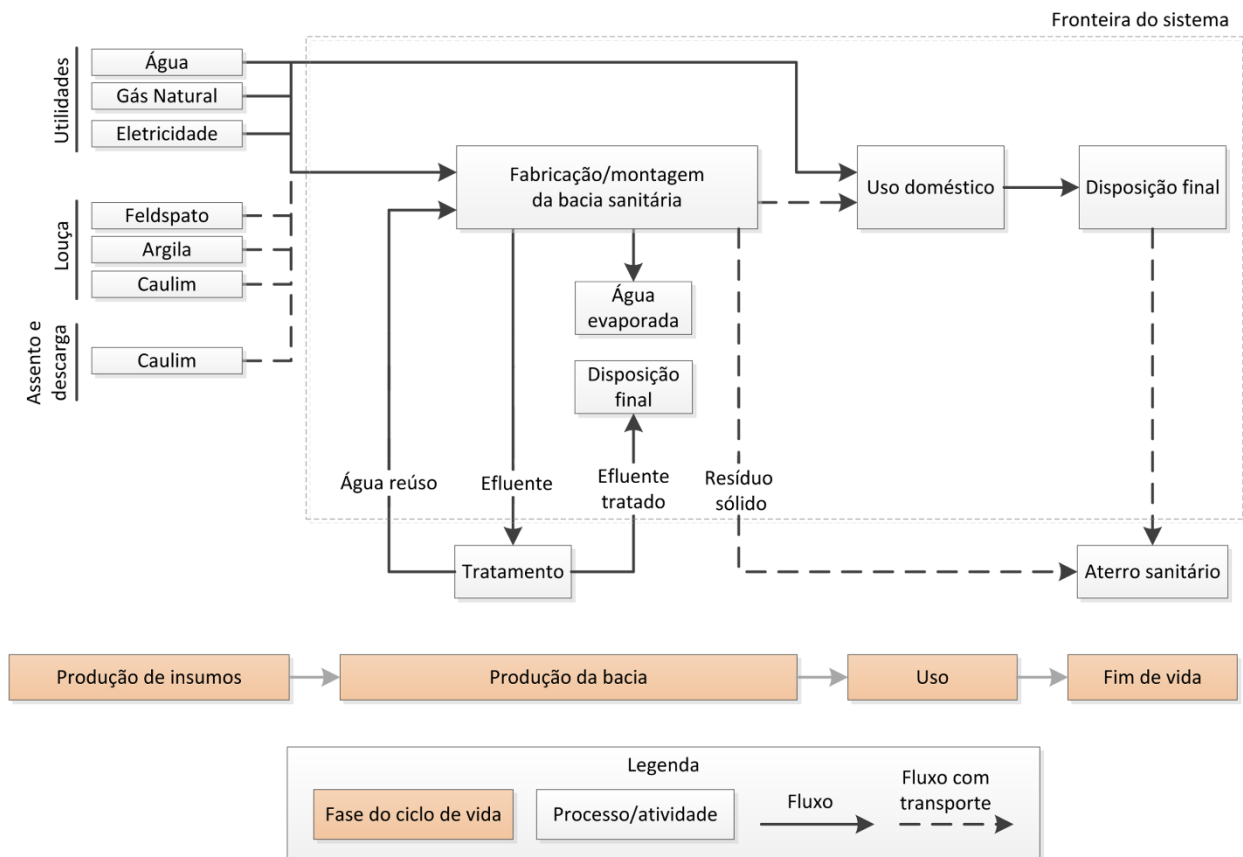


Figura 1: Fluxograma do ciclo de vida de uma bacia sanitária

Análise de Inventário de Ciclo de Vida (ICV)

A Unidade Funcional (UF) foi definida como uma bacia sanitária hidroeeficiente de 25 kg a 30 kg. O Inventário do Ciclo de Vida (ICV) (Tabela 1) foi construído utilizando dados secundários. Os dados referentes ao processo de fabricação foram majoritariamente obtidos de Cabral *et al.* (2010) cujo trabalho apresenta um cenário médio do Brasil, e verificados/validados com Silvestri *et al.* (2019) e Lv *et al.* (2019). Realizou-se um balanço de água no processo de fabricação da bacia sanitária baseado em Cabral *et al.* (2010) para definir sua taxa de reúso; considerou-se que 10 % da água consumida evapora e 90 % do efluente vai para tratamento; do efluente, 36 % é reutilizado e 54 % lançado em um corpo hídrico.

Análises de sensibilidade (cenários)

Cenário base (C1) – considerou-se uma distância de 500 km entre fornecedores de matérias-primas e fabricante, bem como na distribuição do produto final, e 50 km tanto entre fabricante e aterro (resíduo sólido da fabricação) quanto usuário final e aterro (fim de vida da bacia sanitária). Essa logística foi considerada como ida do caminhão carregado e retorno do caminhão vazio;

Cenário (C2) – considerou-se o uso mínimo de gás natural de $153 \text{ m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$ de louça segundo Cabral *et al.* (2010), no lugar do valor médio nacional de $306 \text{ m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$ de louça. A eficiência no uso de combustível é função da tecnologia adotada (Lv *et al.*, 2019);

Cenário (C3) – considerou-se uma distância 10 vezes menor entre fornecedores de matérias-primas e fabricante, bem como na distribuição do produto final (50 km).

Avaliação de Impacto de Ciclo de Vida (AICV)

Utilizou-se os métodos IPCC 2013 100a para PC e *Cumulative Energy Demand* v1.11 (CED) para PE no SimaPro v9 utilizando a base de dados do Ecoinvent v3.6 biblioteca alocação no ponto de substituição (APOS).

Tabela 1: Inventário do ciclo de vida de uma bacia sanitária hidroeficiente.

Tipo	Fluxo			Unidade	Fonte do dado
	Inferior*	-	Superior*		
Fase de produção					
Entrada					
Insumos					
Bacia - Argila	6,2	-	7,4	kg	[1]
Bacia - Caulim	4,6	-	5,6	kg	[1]
Bacia - Feldspato	20,1	-	24,1	kg	[1]
Assento - Polipropileno	0,6	-	0,8	kg	Levantado
Descarga - Polipropileno	0,5	-	1,0	kg	Estimado
Utilidades					
Eletricidade	16,3	-	19,5	kWh	[1]
Gás Natural	284,5	-	341,4	MJ	[1]
Água	80,0	-	96,0	L	[1]
Água de reuso	45,0	-	54,0	L	[1]
Saída					
Bacia sanitária hidroeficiente	25,0	-	30,0	kg	[1]
Tratamento efluente de limpeza	112,5	-	135,0	L	[1]
Água de reúso	45,0	-	54,0	L	[1]
Disposição final efluente	67,5	-	81,0	L	[1]
Evaporação da água	12,5	-	15,0	L	[1]
Cacos - Disposição resíduo inerte	5,9	-	7,1	kg	[1]
Fase de fim de vida					
Assento - Disposição resíduo plástico	0,6	-	0,8	kg	Levantado
Descarga - Disposição resíduo plástico	0,5	-	1,0	kg	Estimado
Bacia - Disposição resíduo inerte	25,0	-	30,0	kg	[1]

[1] Cabral *et al.* (2010), CE (2009), Silvestri *et al.* (2019) e Lv *et al.* (2019).

*Inferior: Bacia de 25 kg; superior: bacia de 30 kg.

Resultados e discussão

A Pegada de Carbono (PC) do ciclo de vida de uma bacia hidroeficiente no cenário base (C1) foi de (41 ± 4) kg CO₂eq e a Pegada Energética (PE) foi de (792 ± 72) MJ. A faixa de variação de ambos os indicadores foi em torno de 9 %. A Figura 2 apresenta a contribuição percentual dos fluxos. Para categoria de PC, o uso de gás natural foi um ponto crítico (60 %), seguido por transporte (16 %), eletricidade (10 %), polipropileno (8 %), matérias-primas e água com (5 %), e resíduos e efluentes com (1 %). A principal contribuição para PE no cenário base foi o gás natural (51 %), seguido por eletricidade (16 %), transporte (13 %), polipropileno (15 %), matérias-primas e água com (4 %), e resíduos e efluentes com (1 %). Dentre as subcategorias do indicador de PE (CED), a maior contribuição para demanda de energia foi de origem fóssil (87 %) seguido pela água (6 %).

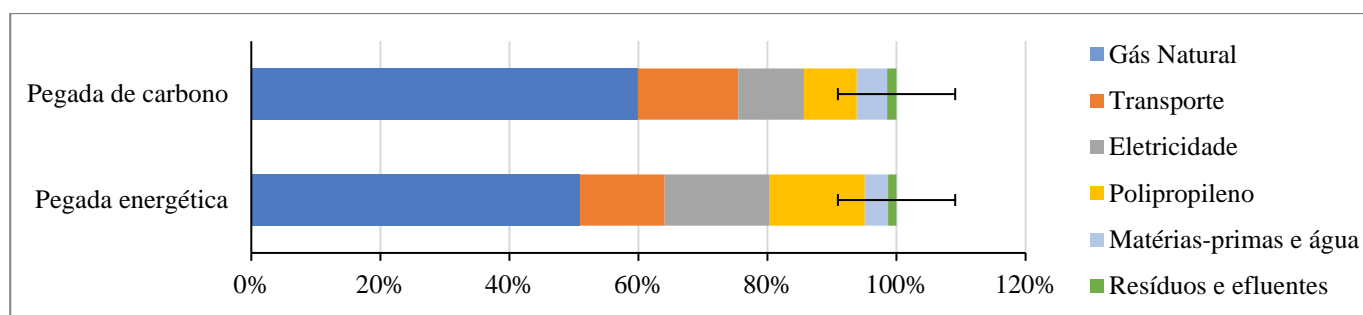


Figura 2: Análise de contribuição da pegada de carbono e pegada energética médias de uma bacia hidroeficiente no cenário base (C1)

Análises de sensibilidade (cenários)

No cenário C2, considerando um uso mais eficiente do gás natural na fabricação da bacia sanitária, os impactos poderiam ser atenuados em 30 % para PC e 25 % para PE. O gás natural usado no forno também pode ser substituído por outras fontes de calor, como gás liquefeito de petróleo, óleo combustível, coque, carvão, biomassa, biogás, e eletricidade (CE, 2007). No cenário C3, considerando uma proximidade maior entre fornecedores de matérias-primas, fábrica e usuário final, haveria uma redução de 13 % para PC e 36 % para PE.

Economia de água e redução de impactos

Para cada 1 m³ de água potável entregue ao consumidor pelo sistema de abastecimento de água de Feira de Santana-BA, há uma emissão de 0,47 kg CO₂eq e demanda de 12,64 MJ (Guanais, 2015). Logo, a substituição de uma bacia sanitária convencional por uma hidroeficiente implica na

economia de água e, conseqüentemente, evita a emissão de GEE e uso de energia incorporados ao ciclo de vida da água para abastecimento doméstico. Fontes alternativas de água não-potável para abastecimento doméstico, como reúso de água cinza e aproveitamento de água da chuva, podem apresentar menores impactos do que o sistema de abastecimento público. O reúso de água cinza consiste no tratamento do efluente doméstico, exceto por aquele vindo de bacias sanitárias; o sistema de captação de água da chuva pode ser considerado como “multi-função” e, além do abastecimento de água, pode trazer benefícios também para o sistema de drenagem urbana (Araujo *et al.*, 2021). Considerando as técnicas para redução da poluição (Kiperstok *et al.*, 2002), a alternativa referente à água cinza se baseia na recuperação de recurso (água) por reciclagem, enquanto o aproveitamento de água da chuva pode ser considerado uma alternativa limpa para substituição da rota de abastecimento convencional. A água proveniente de um sistema de reúso de água cinza em um residência possui PC de $0,11 \text{ kg CO}_2\text{eq}\cdot\text{m}^{-3}$ e PE de $3,02 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-3}$ (Campos; Cohim, 2021). Água proveniente de um sistema de aproveitamento de água da chuva possui PC de $0,41 \text{ kg CO}_2\text{eq}\cdot\text{m}^{-3}$ e PE de $3,24 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-3}$ (Ghimire *et al.*, 2014).

Por outro lado, a ideia por trás da adoção de aparelhos hidroeficientes está no ato de evitar o uso de água, isto é, redução efetiva na fonte. Por exemplo, considerando a economia de água decorrente da substituição de uma bacia sanitária convencional por uma hidroeficiente, sendo 3 usuários por bacia, utilizando 3 a 5 descargas para urina (3 L) e 1 a 2 para fezes (6 L), haveria uma economia de $36 \text{ L}\cdot\text{dia}^{-1}\cdot\text{bacia}^{-1}$. Considerando o ponto em que as reduções de emissão de GEE e uso de energia (Guanais, 2015) devido à economia de água se igualam aos valores médios de PE (792 MJ) e PC (41 kgCO_2eq) no cenário base (C1), o período de retorno ocorreria em 6,6 anos para a PC e 4,8 anos para PE, respectivamente. O período de retorno para ambas as categorias é significativamente inferior à vida útil típica de 25 anos de uma bacia sanitária desse tipo. Após o período de retorno para PC, essa substituição teria potencial de evitar o consumo de cerca de 242 m^3 de água por aparelho considerando sua vida útil típica e, conseqüentemente, a demanda de 3,1 GJ de energia e emissão de $114 \text{ kg CO}_2\text{eq}$.

Pegada de carbono da fabricação de louça sanitária

A Tabela 2 apresenta uma comparação da PC da fabricação de louça sanitária entre os resultados deste estudo e da literatura consultada concernente ao tema. Os estudos consultados utilizaram o método de caracterização CML2001, então a PC da louça sanitária com dados deste estudo também foi calculada com o mesmo método para consistência da comparação. A diferença entre os resultados obtidos pelos métodos IPCC 2013 e CML2001 foi desprezível (1 %). Notou-se

que os resultados deste estudo estão na mesma ordem de grandeza que os reportados na literatura consultada. A PC da louça sanitária na Itália encontrada por Silvestri *et al.* (2019) no cenário convencional chamado de S1 foi relativamente maior do que a deste estudo, cuja maior contribuição foi o uso de gás natural (38 %); ao considerar a cogeração de eletricidade (S2) e uso de eletricidade fotovoltaica (S3), os resultados dos autores ficaram mais próximos ao do cenário base (C1) deste estudo. A PC da louça sanitária na China encontrada por Lv *et al.* (2019) para o cenário convencional chamado de L1 ficou próxima à do cenário base (C1) deste estudo, e a maior contribuição foi o gás de coqueria; ao considerar o gás natural como fonte de calor (L2), os autores encontraram uma redução de cerca de 35 % no indicador. Considerando uma combinação entre os cenários C2 e C3 neste estudo – menor uso de gás natural e distância de transporte – a PC da louça sanitária no Brasil poderia ser cerca de 44 % menor que a do cenário base (C1), além de ser a menor dentre os cenários comparados com a literatura consultada.

Tabela 2: Resultados deste trabalho e da literatura para pegada de carbono da fabricação de louça sanitária

Fonte	Cenário considerado	PC (kg CO ₂ eq/kg louça)	Método	País
Silvestri <i>et al.</i> (2019)	S1: Gás natural e eletricidade da rede	1,81	CML2001	Itália
	S2: Cogeração de eletricidade	1,40		
	S3: Eletricidade fotovoltaica	1,30		
Lv <i>et al.</i> (2019)	L1: Gás de coqueria	1,35	CML2001	China
	L2: Gás natural	0,88		
Este trabalho	C1: Base	1,22	CML2001	Brasil
		1,23	IPCC 2013	
	C2 e C3 combinados: menor uso de gás	0,68	CML2001	
	natural e distância de transporte	0,69	IPCC 2013	

Conclusão

A pegada de carbono e energética médias do ciclo de vida de uma bacia sanitária hidroeficiente de (25 a 30) kg de berço-ao-túmulo no cenário base C1 foi de (41 ± 4) kg CO₂eq e (792 ± 72) MJ de energia, respectivamente, sendo a maior contribuição em ambos os indicadores o uso de gás natural. Comparando com o cenário base C1, haveria uma redução de 30 % para PC e 25 % para PE em C2, e de 13 % e 36 % em C3, respectivamente. Ao considerar uma economia de água gerada pela

substituição de uma bacia sanitária convencional pela hidroeeficiente e os impactos incorporados na água abastecida pelo sistema público, o período de retorno dessa substituição seria de 6,6 anos para a PC e 4,8 anos para PE, consideravelmente menores que a vida útil típica do aparelho. Após esse ponto, essa substituição seria capaz de evitar o consumo de cerca de 242 m³ de água, emissão de 114 kg CO₂eq, e demanda de 3,1 GJ de energia por aparelho considerando sua vida útil. A PC da fabricação de louça sanitária no Brasil no cenário base (C1) está na mesma ordem de grandeza dos resultados da literatura consultada. Como principal limitação deste estudo, pode-se citar a representatividade e incerteza dos dados. Sugere-se para trabalhos futuros melhoria da qualidade dos dados, bem como avaliação de outras categorias de impacto ambiental como a pegada hídrica, e novas tecnologias para bacias sanitárias.

Agradecimentos

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo apoio financeiro à Cunha, T.S.A. durante o desenvolvimento da pesquisa.

Referências Bibliográficas

- Araujo, M. C.; Leão, A. S.; Jesus, T. B.; Cohim, E. B. 2021. The role of Rainwater harvesting in urban stormwater runoff in the semiarid region of Brazil. *Urban Water Journal*.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (2009a). "NBR 14040: Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura".
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (2009b). "NBR 14044: Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – requisitos e orientações.
- Barreto, D. (2008). Perfil do consumo residencial e usos finais da água. *Ambiente Construído*, 8(2), 23-40.
- Campos, R. M.; Cohim, E. B. 2021. Desempenho ambiental de sistema de reúso de água cinza em residência de interesse social. *Revista Aidis*.
- Chau, C.K.; Leung, T.M.; Ng, W.Y. 2015. A review on Life Cycle Assessment, Life Cycle Energy Assessment and Life Cycle Carbon Emissions Assessment on Buildings. *Applied Energy* 143, 395-413.
- Devi, L.P.; Palaniappan, S. 2014. A case study on life cycle energy use of residential building in southern India. *Energy and Buildings*.
- European Commission (EC) (2007) "Reference document on best available techniques in the ceramic manufacturing industry. European Commission". Disponível em: <<https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/>> Acesso em 05/07/2021.
- Ghimire, S. R.; Johnston, J. M.; Ingwersen, W. W.; Hawkins, T. R. 2014. *Environmental Science & Technology*, 48, 4069-4077.

Guanais, A. L. S. R. (2015) “Avaliação energética e das emissões de gases de efeito estufa do sistema integrado de abastecimento de água de Feira de Santana”. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de Feira de Santana.

Kiperstok, A.; Coelho, A.; Torres, E. A.; Meira, C. C.; Bradley, S. P.; Rosen, M. 2002. Tecnologias e Gestão Ambiental: Prevenção da poluição. SENAI/DN.

Lv, J.; Gu, F. Zhang, W.; Guo, J. 2019. Life cycle assesment and life cycle costing of sanitary ware manufacturing: A casa study in China, Journal of Cleaner Production 238 117938.

Nações Unidas - ONU (2015). Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Divisão para Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>> Acesso em 05/07/2021.

Richter, B. D.; Blount, M.E.; bottorff, C, *et al.* 2018. Assessing the Sustainability of Urban Water Supply Systems. J Am Water Works Assoc 110:40-47.

Silvestri, L.; Forcina, A.; Silvestri, C.; Iopollo, G. 2019. Life cycle assessment of sanitaryware production: A case study in Italy. Journal of Clear Production, 251, p.119708.

FLÖRKE, M.; SCHENIDER, C.; MCDONALD, R. I. (2018) “Water competition between cities and agriculture driven by climate change and urban growth”. Nature Sustainability 51 – 58 (v. 1).

STEC, A.; KORDANA, S.; SLYS, D. (2017) “Analysing the financial efficiency of use water and energy saving system in single-family homes”. Journal of Cleaner Production 151, 193-205

SCHLEICH, J.; HILLENBRAND, T. (2009) “Determinants of residential water demand in Germany” Ecological Economics (68) 1756 – 1769.

6^o SSS

Simpósio sobre Sistemas Sustentáveis

- PARTE II -

Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos

ESTUDO DE SENSIBILIDADE DO IMPACTO HIDROLÓGICO DO CRESCIMENTO DE UM BAIRRO RESIDENCIAL NA DRENAGEM URBANA DA CIDADE DE MACAÉ, RIO DE JANEIRO, BRASIL

| ID 18839 |

1Laise Novellino Nunes de Souza, 2Jader Lugon Junior

1Instituto Federal Fluminense, e-mail: lalanovellino@hotmail.com; 2Instituto Federal Fluminense, e-mail jlugonjr@gmail.com

Palavras-chave: OpenFlows; Chuva de Projeto; Infiltração.

Resumo

Este trabalho teve o objetivo de estudar o sistema de drenagem de um bairro residencial por meio de um estudo de caso. Assim, foi realizada uma análise de sensibilidade da drenagem considerando o avanço do processo de urbanização no bairro Imboassica, no município de Macaé, Rio de Janeiro. Foi possível avaliar a resposta do modelo para diferentes condições de uso do solo, representados com variações no coeficiente de Manning e também de *Curve Number*. Foi utilizada a plataforma MOHID contando com a interface do software OpenFlows FLOOD® para elaborar cenários com diferentes características de solo, e adotou-se duas topografias distintas. Na primeira avaliação foram feitas 3 simulações (1, 2 e 3) considerando a topografia natural do terreno, utilizando-se dados de altimetria obtidas a partir do projeto TOPODATA do INPE. A seguir, a cota de altitude representada no *Digital Elevation Model* (DEM) foi elevada em 10 metros nos locais correspondentes a localização das casas e 1 metro nas estradas do condomínio residencial e, então, foram refeitas as 3 simulações (4, 5, e 6). As seis simulações adotaram uma chuva de projeto de 10 anos de período de retorno. Por fim, mais seis simulações foram feitas tendo sido adotada uma chuva de 50 anos de período de retorno. Foi possível observar que nas simulações com a alteração nas elevações correspondentes às casas e à estrada, o valor calculado para a lâmina d'água aumenta nos canais de drenagem. O efeito das alterações no *Curve Number* foi observado na simulação do pico de cheia, que é reduzido conforme uma área maior é considerada como vegetada na simulação. E finalmente, foi possível observar o efeito da mudança no Coeficiente de Manning, cujo aumento provocou um atraso do escoamento superficial.

Introdução

A plataforma MOHID tem sido desenvolvida para aplicações oceânicas e hidrológicas desde 1985. Sendo possível fazer simulações hidrodinâmicas e de transporte no oceano pelo MOHID WATER e hidrológicas no continente pelo MOHID LAND. A plataforma é oferecida como um código de programação aberto e livre, sendo produzida na MARETEC no Instituto Superior da Universidade de Lisboa. Uma das interfaces da plataforma MOHID foi desenvolvida pela Bentley® sendo denominada OpenFlows FLOOD®. O sistema OpenFlows FLOOD® é um software comercial que consiste de uma interface que permite: (i) elaborar um modelo com facilidade usando os códigos da plataforma MOHID; (ii) rodar as simulações e; (iii) visualizar os resultados obtidos. A plataforma MOHID tem diversos recursos computacionais para modelar a hidrodinâmica, a hidrologia, o transporte de substâncias, considerando os fenômenos de interesse dos pesquisadores, e com a possibilidade de adotar diferentes formulações conforme a aplicação. Mais especificamente, tratando do caso de interesse para este estudo, o MOHID LAND pode ser utilizado para simular o escoamento superficial e a infiltração da água no solo (JUNIOR; COSTA; RODRIGUES, 2016; SIMIONESEI et al., 2016; CAMPOS et al., 2017; PAIVA et al., 2017; GARNEAU; DUCHESNE; ST-HILAIRE, 2019; JUNIOR et al., 2019). De acordo com Trancoso et al. (2009), o uso de técnicas de simulação, como o MOHID Land, permite uma integração entre diferentes processos hidrológicos, que irão gerar um prognóstico do sistema, podendo auxiliar na seleção da melhor técnica de drenagem urbana.

A gestão da rede de águas pluviais é um dos aspectos mais importantes das cidades desenvolvidas devido a mudanças na permeabilidade da superfície da terra e a percolação da água. O crescimento urbano tende a aumentar as superfícies impermeáveis devido a construção de estradas e edifícios. Essas áreas impermeáveis, por sua vez, geram acúmulo de água na superfície, que ocasionam as inundações urbanas (ABD-ELHAMID et al., 2020).

A urbanização altera drasticamente a dinâmica hidrológica de cidades costeiras. As construções criam superfícies impermeáveis estendidas em solos permeáveis arenosos, consequentemente, dificultando a recarga pluvial dos aquíferos e aumentando retenção de água superficial (GARZO; DADON; CASTRO, 2019).

A evapotranspiração, a infiltração e a interceptação da água diminuíram após as árvores e outras plantas serem desmatadas no processo de desenvolvimento. A maior parte da água da chuva é transportada para fora das regiões urbanas através do sistema de drenagem urbana e, finalmente, despejada em rios. Os fluxos dos rios tornam-se muito altos na estação chuvosa, resultando em inundações frequentes. Mas, devido a pouca recarga do lençol freático, pode ficar mais seco nos outros períodos do ano (SURIPIN et al., 2018).

A cidade de Macaé tem sofrido com ocorrência de inundações repentinas, e por isso, considera-se um local adequado para a realização de estudos visando a mitigação de cheias urbanas (TAVARES et al., 2018). O bairro Imboassica é um local propício para o estudo de sensibilidade para o escoamento e infiltração da água, devido a sua fase atual de desenvolvimento, na qual ainda não foi totalmente urbanizado e existe a possibilidade de aplicar diferentes técnicas para auxiliar em medidas de contenção de inundações. É importante citar que o Comitê de Bacia do Rio Macaé incluiu, no Plano de Bacia, a necessidade de investir em estudos para o aumento do conhecimento e avaliar possíveis melhorias do sistema de drenagem existente. Tal aporte de conhecimento é aplicável nas ações de mitigação de alagamentos e inundações conforme demandado na revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico de Macaé, página 66 e 68 (SAAD; CAVALCANTE; MENDES, 2020)

Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa é estudar o sistema de drenagem urbana de um bairro residencial por meio de um estudo de caso no município de Macaé, Rio de Janeiro. Assim, foi realizada uma análise de sensibilidade da drenagem considerando o avanço do processo de urbanização no bairro Imboassica. Para isso, tem-se os objetivos específicos: Avaliar a resposta do modelo para diferentes condições de uso do solo, modificando no modelo os valores adotados para o Coeficiente de Manning e o *Curve Number*, avaliar a resposta do modelo para dois tipos de topografia e, dois períodos de retorno para a chuva de projeto (10 e 50 anos)

Metodologia

Foi utilizada a plataforma MOHID contando com a interface do software OpenFlows FLOOD® para elaborar cenários com diferentes características de solo, e adotou-se duas topografias distintas. Na primeira avaliação foram feitas 3 simulações (1, 2 e 3) considerando a topografia natural do terreno utilizando-se dados de altimetria obtidas a partir do projeto TOPODATA do

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A seguir, a cota de altitude representada no *Digital Elevation Model (DEM)* foi elevada em 10 metros nos locais correspondentes a localização das casas e 1 metros nas estradas do condomínio residencial e, então, foram refeitas as 3 simulações (4, 5, e 6). As seis simulações adotaram uma chuva de projeto de 10 anos de período de retorno. Por fim, mais seis simulações foram feitas tendo sido adotada uma chuva de 50 anos de período de retorno.

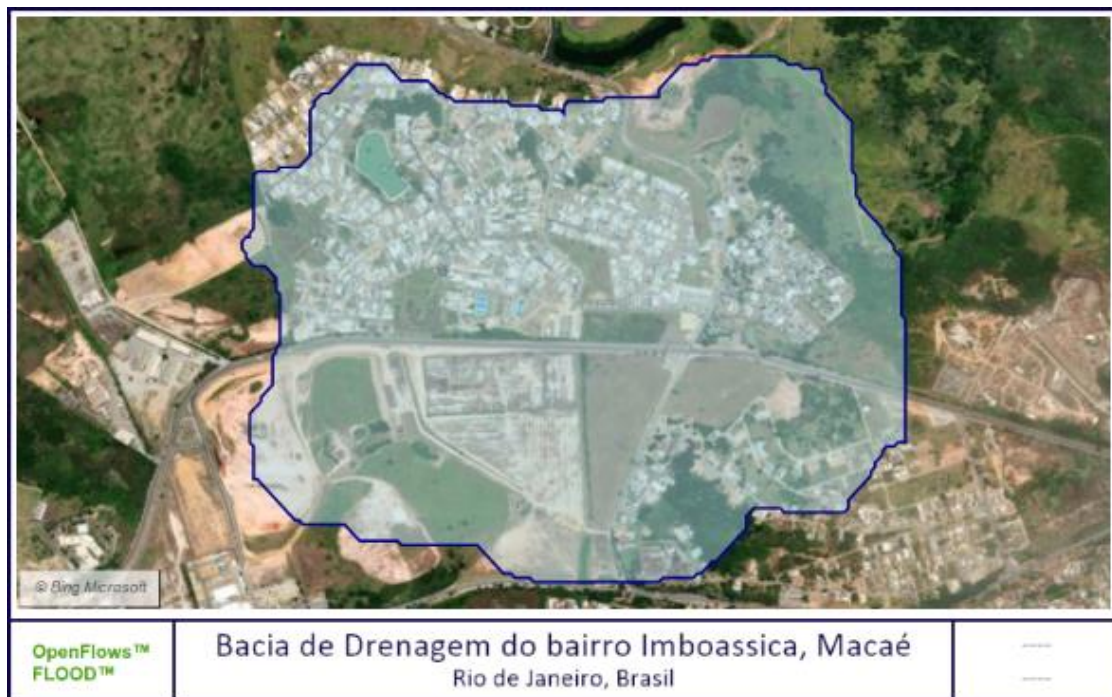


Figura 1: Bacia de Drenagem do bairro Imboassica, Macaé. Fonte: Elaborado pelos autores

Para estudar a transporte da água nos canais drenagem formados no do modelo de acordo com o solo da região, adotou-se diferentes valores de Coeficiente de Manning. O Coeficiente de Manning busca refletir a rugosidade do canal e sua interferência no fluxo de água (ZHANG et al., 2019). Os valores utilizados nesse estudo foram retirados de Gribbin (2014) nas páginas 390, 391 e 392. A tabela de valores para o Coeficiente de Manning é extensa e a Tabela 1 representa apenas os valores utilizados nesse estudo.

Tabela 1: Parte da Tabela com valores para o coeficiente de rugosidade de Manning.

Coeficientes de Rugosidade de Manning	
Bueiros Fechados	
↳ A Cloreto de Polivinil (PVC)	0,007-0,011
Canais Naturais (Cursos de água)	
↳ Cursos de água menores	
↳ Seção razoavelmente regular	
↳ Um pouco de gramas e de ervas, pouco ou nenhum mato	0,030-0,035
↳ Crescimento denso de ervas, profundidade de escoamento significativamente maior que a altura das ervas	0,030-0,050

Fonte: GRIBBIN (2014)

Com o objetivo de modelar o escoamento superficial das regiões de estudo de acordo com o solo, utilizou-se a formulação com o *Curve Number*. O *Curve Number* é um parâmetro usado para descrever o potencial das águas que escoam superficialmente, considerando as perdas que ocorrem em parte pelo volume de água que infiltra (percolando dentro do meio poroso do solo) e também em parte por evapo-transpiração, sendo perdida para a atmosfera por evaporação e transpiração das plantas. O *Curve Number* depende, portanto, das características do solo e da sua cobertura (FERNANDES; COSTA; STUART, 2017).

O *Curve Number* trata principalmente da representação de diferentes condições hidrológicas, sendo ajustado em função de quatro tipos diferentes de solo e de diversos padrões de uso e ocupação. A quantificação desse parâmetro se faz através de uma série de valores pré-estabelecidos (MIGUEZ; VERÓL; REZENDE, 2016).

Os valores utilizados nesse estudo foram retirados de Gribbin (2014), mais especificamente, nas páginas 448 e 449, sendo apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Parte da Tabela com valores utilizados para o *Curve Number*.

Descrição da cobertura	Grupos			
	A	B	C	D
Tipo de cobertura e condição hidrológica				
Áreas impermeáveis: Pavimentadas; valas abertas	83	89	92	93
Bosque: Bosques protegidos de pastoreio, e matos cobrem adequadamente o solo	30	55	70	77

Fonte: GRIBBIN (2014)

No valor utilizado para a área vegetada, considerada como Floresta ou Bosque, para o *Curve Number*, optou-se por 50 ao invés de 55 devido a presença de um solo arenoso com argila na região, mas com boa profundidade. Para entender os grupos de solo adotados, foram utilizados os valores estabelecidos no livro de Miguez, Veról e Rezende (2016) na página 55, conforme apresentado a seguir, na Tabela 3.

No presente artigo, foram adotadas três variações de Coeficiente de Manning e três variações de *Curve Number* para as simulações: Na simulação 1 e 4 adotou-se que a região seria impermeável; na simulação 3 e 6 adotou-se toda a região como sendo vegetada; na Simulação 2 e 5 adotou-se parte vegetada e parte urbanizada.

Tabela 3: Tabela com tipos de solo.

Grupos hidrológicos de solos	
Grupo A	Solos arenosos, com baixo teor de argila total (inferior a 8%), sem rochas, sem camada argilosa e nem mesmo densificada até a profundidade de 1,5m. O teor de húmus é muito baixo, não atingindo 1%
Grupo B	Solos arenosos menos profundos que os do grupo A e com menor teor de argila total, porém ainda inferior a 15%. No caso de terras roxas, o limite pode subir a 20% graças à maior porosidade. Os dois teores de húmus podem subir, respectivamente, a 1,2% e 1,5 %. Não pode haver pedras nem camadas argilosas até 1,5m, mas é quase sempre presente uma camada mais densificada que a camada superficial
Grupo C	Solos barrentos, com teor de argila de 20% a 30%, mas sem camadas argilosas impermeáveis ou contendo pedras até a profundidade de 1,2m. No caso de terras roxas, esses dois limites máximos podem ser de 40% e 1,5m. Nota-se, a cerca de 60cm de profundidade, camada mais densificada que no grupo B, mas ainda longe das condições de impermeabilidade
Grupo D	Solos argilosos (30% a 40% de argila total) e com camada densificada a aproximadamente 50 cm de profundidade ou solos arenosos como B, mas com camada argilosa quase impermeável ou horizonte de seixos rolados

Fonte: MIGUEZ, VEROL E REZENDE (2016)

Para preparar os arquivos de entrada utilizados na simulação 2, foi produzido um mapa de uso do solo no software QGIS® e, o mesmo foi importado para o programa hidrológico OpenFlows FLOOD® adotando os seguintes valores de *Curve Number*: Para vegetação de 50 e urbanização de 89, e os seguintes valores de Manning: Para vegetação de 0,035 e urbanização de 0,011. Na Figura 2 está representado o mapa com valores de *Curve Number* e Manning adotados na simulação 2.

Em toda a bacia foi adotada a chuva de projeto da cidade de Macaé para um período de retorno de 10 anos e após, de 50 anos.

A definição da precipitação adotada no modelo foi estabelecida a partir da formulação de Intensidade, Duração e Frequência (IDF) de Chuvas Intensas (MIGUEZ; VERÓL; REZENDE, 2016):

$$I = \frac{aT_r^n}{(t+b)^m}, \quad (1)$$

em que a , b , m , n são parâmetros que dependem do espaço geográfico onde a precipitação está sendo analisada;

t é o tempo de duração da chuva em minutos (min);

T_r é o tempo de Retorno (anos).

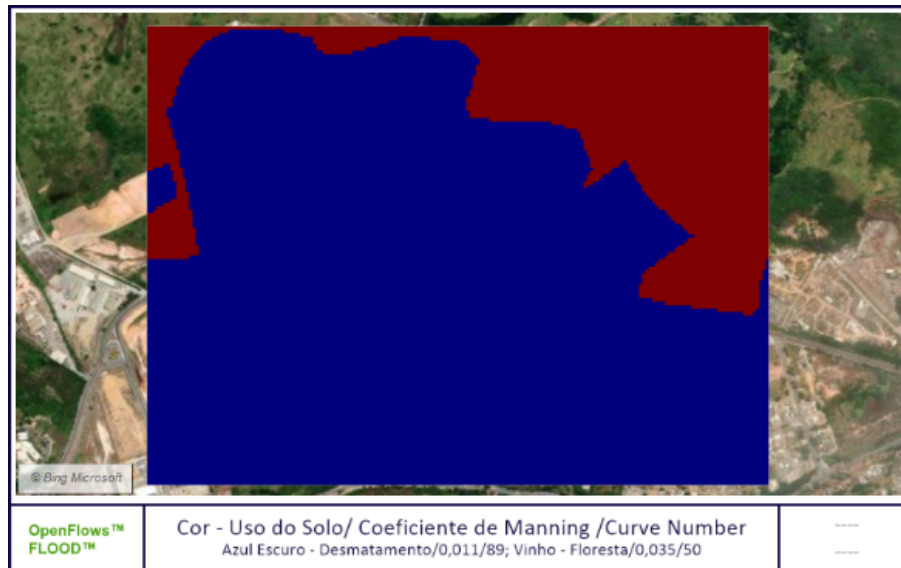


Figura 2: Mapa com a representação do *Curve Number* e Coeficiente de Manning adotados na simulação 2 para área urbanizada (desmatamento) em azul e área vegetada (floresta) em vermelho.

Fonte: Elaborado pelos autores

Neste trabalho foi adotada a equação de precipitação máxima, desenvolvida a partir da equação (1) para a cidade de Macaé:

$$I_{max} = \frac{444,258 * T_r^{0,263}}{(t+6,266)^{0,655}}, \quad (2)$$

enquanto que $t = t_c$

Em que I_{max} é a precipitação máxima (mm/hora).

Para a estimativa do tempo de concentração, considerando o aspecto de simplicidade e boa aceitação na área de Engenharia Civil, foi adotada a formulação denominada *Califórnia Culverts Practice* (MIGUEZ; VERÓL; REZENDE, 2016):

$$t_c = 57 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}, \quad (3)$$

em que:

t_c é o tempo de concentração (min);

L é o comprimento do canal (km);

H é o desnível entre o ponto mais elevado da bacia e o exutório (m).

Com o uso das Equações (1) a (3), é possível estabelecer a evolução da intensidade da precipitação ao longo do tempo com uma série temporal e utilizar na simulação da drenagem urbana.

O tempo de concentração calculado para a bacia de drenagem foi de 45 minutos, no entanto, consideramos uma chuva de 1h de duração. A simulação foi feita por duas horas, logo após 1h de simulação com chuva, foi feita uma simulação de 1h sem chuva, isto porque, esperava-se visualizar a queda na curva da chuva na segunda hora de simulação. Como em eventos de chuva intensa, a precipitação costuma ser contínua, mas de intensidade diferente chuva, foi considerada uma chuva de duração de 1h, 15 minutos a mais do tempo de concentração da bacia de drenagem, para compensar a segunda hora sem chuva. A simulação foi executada para um período de 2h, em um período do dia hipotético, no caso, esse horário foi de 12h as 14h.

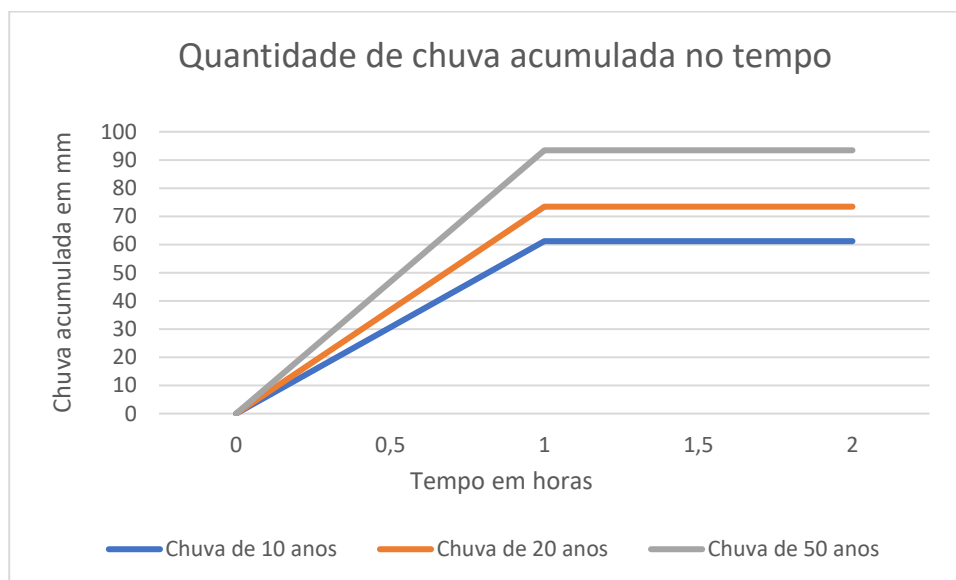


Figura 3: Quantidade de chuva acumulada no tempo. Fonte: Elaborado pelos autores

Resultados e Discussão

Com os resultados das simulações, é possível comparar a lâmina d'água em pontos escolhidos como sendo de interesse dentro do canal de drenagem. Para estudo nesse trabalho, foram utilizados dois pontos, a saber: A região mediana do canal principal e a região final do canal principal, que foram considerados mais relevantes.

Nas figuras 4 e 5 são ilustrados os gráficos comparativos das simulações 1 (verde), Simulação 2 (azul), simulação 3 (roxo), para um ponto localizado em uma posição intermediária do canal e um outro no final do canal de drenagem respectivamente para uma chuva de período de retorno de 10

anos. A simulação 2 (azul) representa o solo dividido entre urbanizado e vegetado conforme figura 2, enquanto que a simulação 1 (verde) temos o solo totalmente urbanizado.

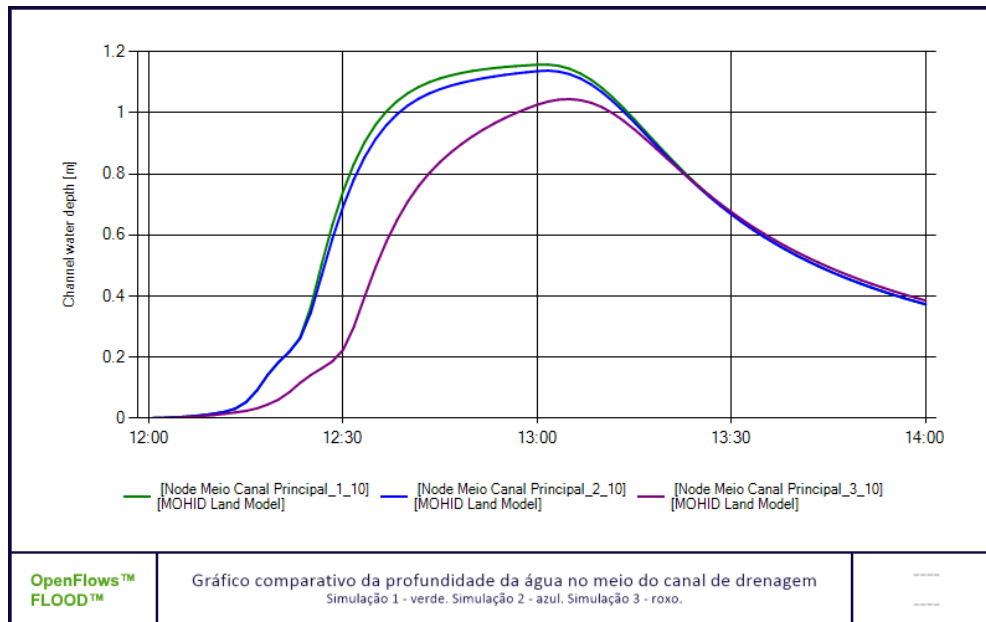


Figura 4: Comparação da simulação 1, 2 e 3 para um período de retorno de 10 anos no meio aproximado do canal. Fonte: Elaborado pelos autores

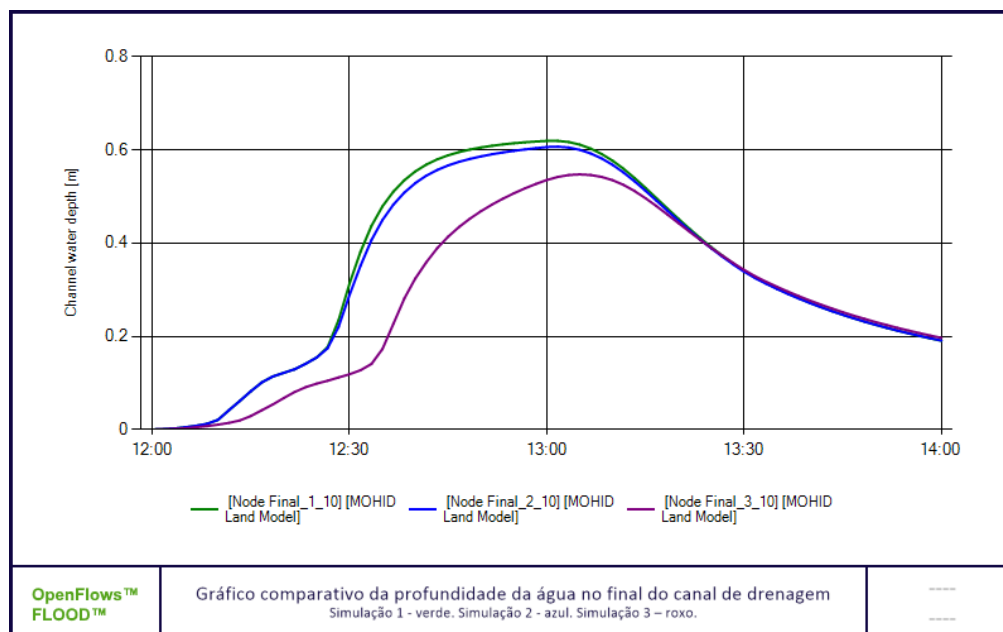


Figura 5: Comparação da simulação 1, 2 e 3 para um período de retorno de 10 anos no fim aproximado do canal. Fonte: Elaborado pelos autores

A partir das figuras 4 e 5 pôde-se perceber que o canal de drenagem tinha uma lâmina de água mais acentuada conforme a área urbanizada se mostrava mais presente, a simulação 1 (verde) denota uma região impermeabilizada (correspondente ao *Curve Number* 89), enquanto que a simulação 3 (roxo) denotou uma região totalmente vegetada (correspondente ao *Curve Number* 50).

O modelo foi desenvolvido considerando primeiramente apenas os dados de altimetria do projeto TOPODATA do INPE que correspondem à topografia natural do terreno medida por satélite e, por isso, não consideram mudanças de altitude geradas pela urbanização. Por esse motivo, foi feita uma modificação na topografia do terreno, elevando 1 metro a cota das células que representam estradas e 10 metros a cota das células que representam residências, e foram realizadas três novas simulações.

Com os resultados das simulações, foram comparados os resultados para a lâmina d'água nos mesmos pontos dentro do canal de drenagem. Nas figuras 06 e 07 são ilustrados os gráficos comparativos das simulações 4 (verde), Simulação 5 (azul), simulação 6 (roxo), para o ponto intermediário do canal e final do canal de drenagem respectivamente para uma chuva de período de retorno de 10 anos. A simulação 5 (azul) representa o solo dividido entre urbanizado e vegetado conforme figura 2, enquanto que a simulação 4 (verde) temos o solo totalmente urbanizado.

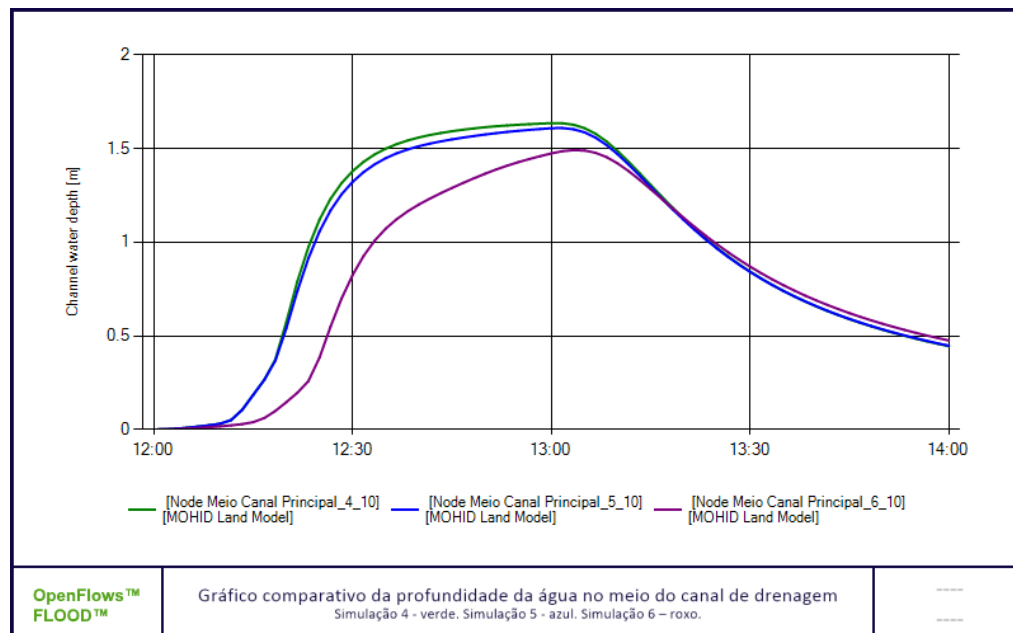


Figura 6: Comparação da simulação 4, 5 e 6 para um período de retorno de 10 anos no meio aproximado do canal. Fonte: Elaborado pelos autores

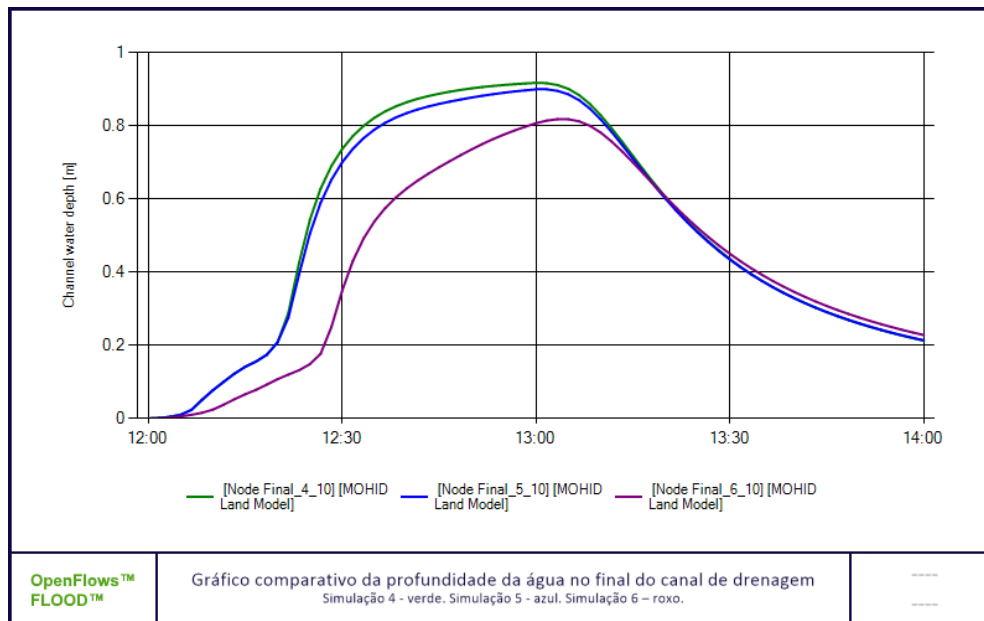


Figura 7: Comparação da simulação 4, 5 e 6 para um período de retorno de 10 anos no fim aproximado do canal. Fonte: Elaborado pelos autores

A partir das figuras 06 e 07 é possível perceber que o canal de drenagem tinha uma lâmina de água maior conforme a área se torna mais urbanizada, a simulação 1 (verde) denota uma região impermeabilizada (correspondente ao *Curve Number* 89), enquanto que a simulação 3 (roxo) denotou uma região totalmente vegetada (correspondente ao *Curve Number* 50).

Observe que, se analisarmos comparativamente a figura 04 com a figura 06, e a figura 05 com a figura 07, percebe-se que a lâmina de água aumentou dentro do canal de drenagem. Isso pode ser explicado pelo maior acúmulo de água nas regiões adjacentes dos prédios e estradas que tiveram suas alturas consideradas, esse aumento da quantidade de água é deslocado ao canal devido a topografia e diminuição de região disponível para infiltração.

Nas Figuras 08 e 09 são ilustrados os gráficos comparativos das simulações 1 (verde), Simulação 2 (azul), simulação 3 (roxo), para um ponto localizado em uma posição intermediária do canal e um outro no final do canal de drenagem, respectivamente, para uma chuva de período de retorno de 50 anos. A simulação 2 (azul) representa o solo dividido entre urbanizado e vegetado conforme figura 2, enquanto que a simulação 1 (verde) temos o solo totalmente urbanizado.

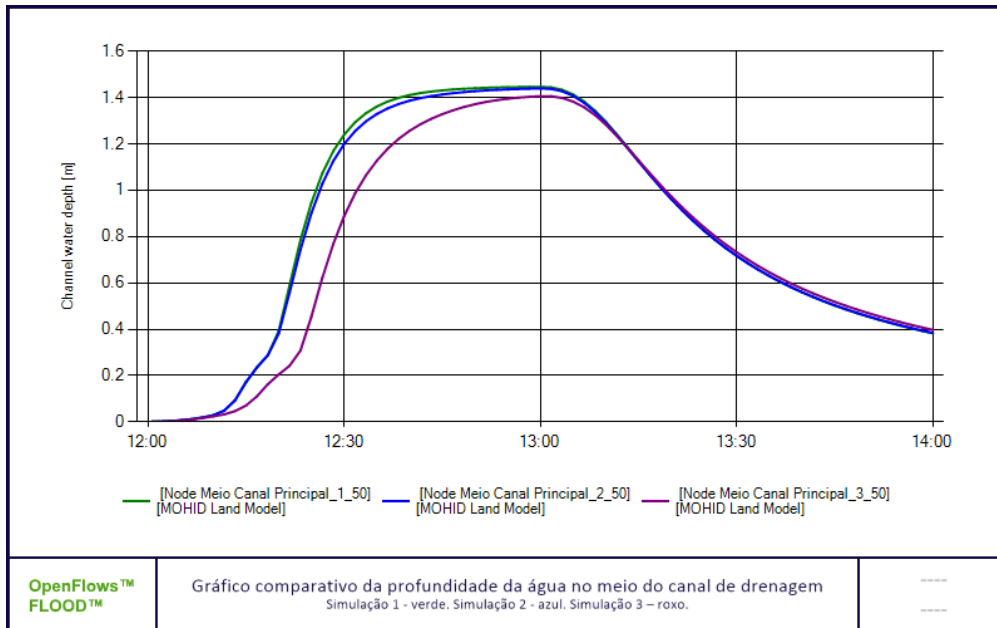


Figura 8: Comparação da simulação 1, 2 e 3 para um período de retorno de 50 anos no meio aproximado do canal. Fonte: Elaborado pelos autores

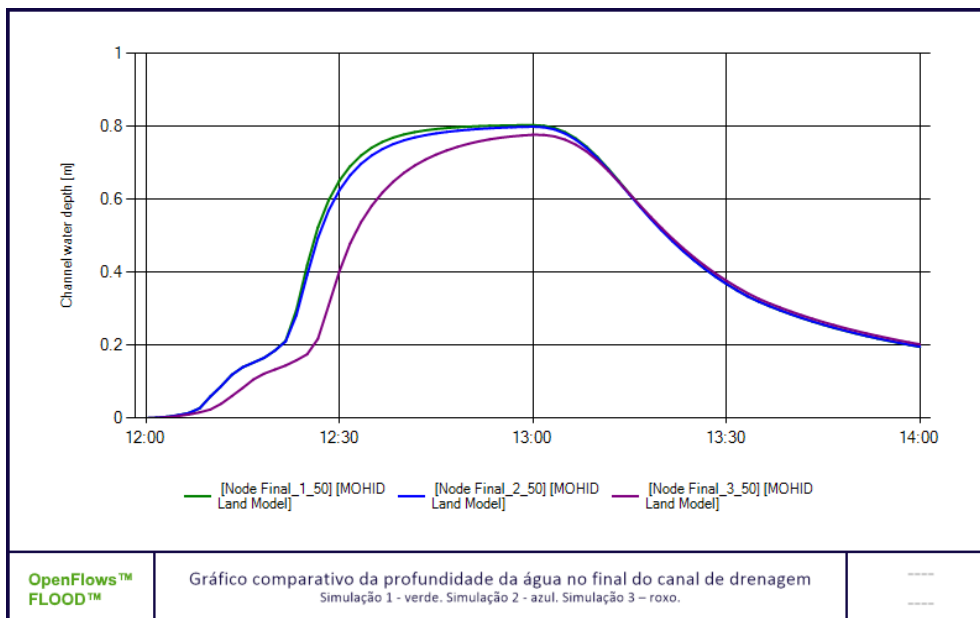


Figura 9: Comparação da simulação 1, 2 e 3 para um período de retorno de 50 anos no fim aproximado do canal. Fonte: Elaborado pelos autores

Nas figuras 10 e 11 são ilustrados os gráficos comparativos das simulações 4 (verde), Simulação 5 (azul), simulação 6 (roxo), para o ponto intermediário do canal e final do canal de drenagem respectivamente para uma chuva de período de retorno de 50 anos. A simulação 5 (azul)

representa o solo dividido entre urbanizado e vegetado conforme figura 2, enquanto que a simulação 4 (verde) temos o solo totalmente urbanizado.

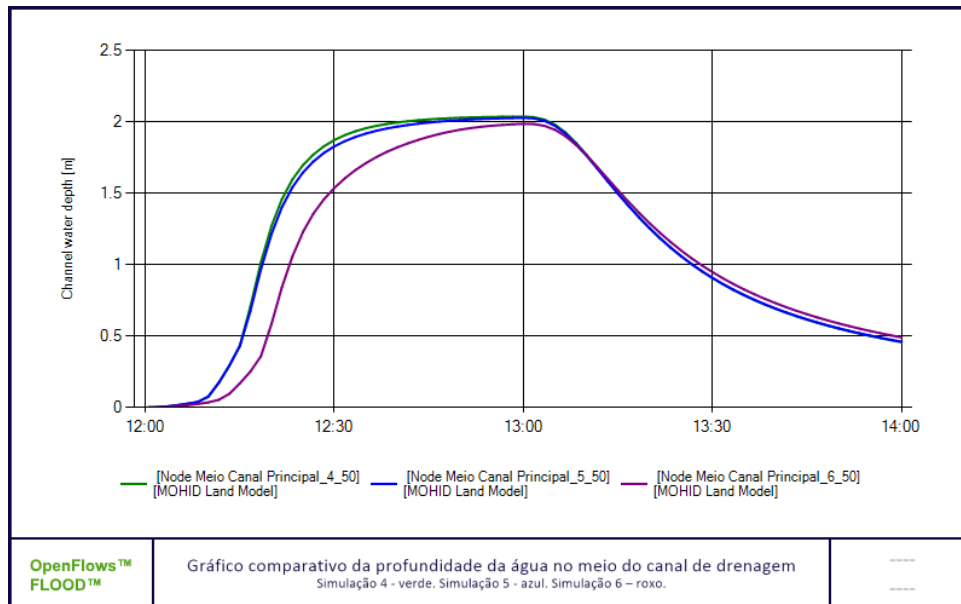


Figura 10: Comparação da simulação 4, 5 e 6 para um período de retorno de 50 anos no meio aproximado do canal. Fonte: Elaborado pelos autores

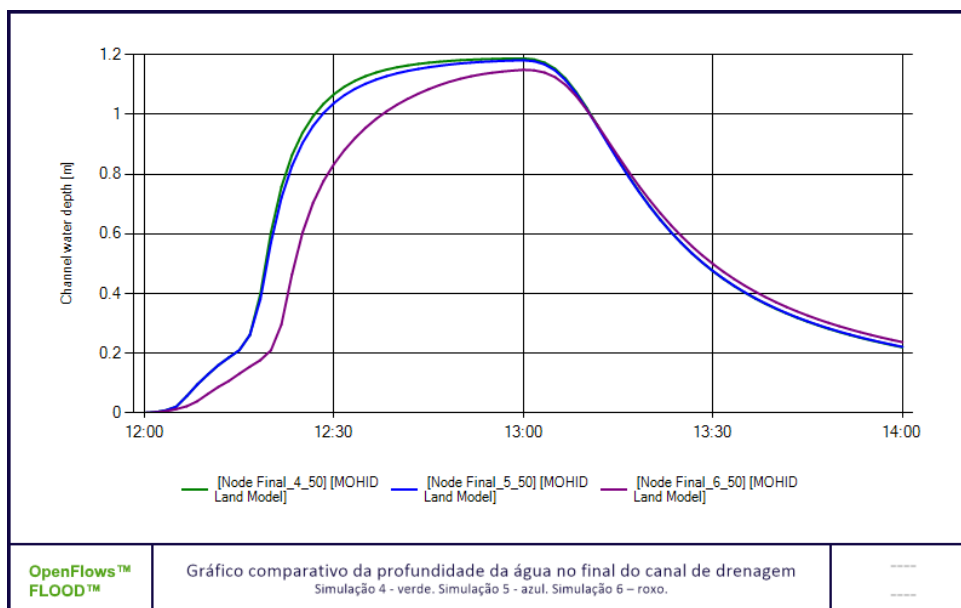


Figura 11: Comparação da simulação 4, 5 e 6 para um período de retorno de 50 anos no fim aproximado do canal. Fonte: Elaborado pelos autores

Considerações Finais

Pela análise de sensibilidade da água observou-se que nas simulações onde houve maior elevação nas localizações das casas e da estrada no condomínio, a lâmina d'água aumentou nos canais de drenagem, tal incremento foi atribuído a diminuição do espaço livre para a distribuição da água no modelo, e foi considerado mais realista. Em relação às simulações de para um período de projeto de 10 e 50 anos, conclui-se que o aumento da quantidade de chuva gerou um aumento esperado na lâmina de água nos canais de drenagem.

Pôde-se observar que na segunda hora de simulação, a lâmina de água não havia descido totalmente, o que indica que o tempo que a água demora em percorrer o canal (tempo de concentração) é maior do que 45 minutos, isso mostra uma possível inadequação da formulação adotada para o tempo de concentração para esse estudo de caso. Uma hipótese para essa inadequação pode ser a falta de parâmetros que englobem os obstáculos que a água tem durante sua trajetória pelo canal, como é o caso do Coeficiente de Manning.

Pôde-se observar, também, uma influência muito perceptível da infiltração devido ao valor de *Curve Number* adotado, pois o pico de cheia tende a diminuir conforme mais regiões são consideradas vegetadas na simulação (do verde ao roxo). Além disso, pela mudança no Coeficiente de Manning, observa-se um atraso do escoamento superficial, ou seja, um aumento na demora para que a água chegue ao canal principal de drenagem, assim, as simulações 03 e 06 chegam a ter um atraso de alguns minutos para que seja observada uma considerável lâmina de água no canal.

As observações no estudo de sensibilidade foram coerentes com as expectativas técnicas de agravamento de problemas de drenagem urbana causadas pelo processo de urbanização. Os problemas podem ser atenuados com a adoção de medidas compensatórias que retenham a parte do escoamento superficial. A localização de pontos com maior lâmina de água permite avaliar quais são os pontos mais atingidos e quais áreas poderiam ser candidatas para adoção de técnicas compensatórias. Para simular as técnicas compensatórias indica-se adotar como referência o alagamento gerado pela simulação 1 pois este representaria o pior cenário, com a região mais impermeabilizada. E também, a simulação 2, que representa o comportamento mais parecido com a situação real, pois apresenta parte do bairro urbanizada e parte ainda com vegetação.

Agradecimentos

Os autores agradecem o suporte da FAPERJ, Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, do CNPq, Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e

Tecnológico, e da CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Educação de Nível Superior.

Referências Bibliográficas

ABD-ELHAMID, H. F. et al. Evaluating the Impact of Urban Growth on the Design of Storm Water Drainage Systems. **Water**, v. 12, n. 6, p. 1572, jun. 2020. <https://doi.org/10.3390/w12061572>

CAMPOS, L. F. DE et al. Disposal of Waste From Cementing Operation Offshore Oil and Gas Wells Building. **Ciência e Natura**, v. 39, n. 2, p. 413-422, 23 maio 2017. <https://doi.org/10.5902/2179460X25821>

FERNANDES, R. DE O.; COSTA, C. T. F. DA; STUDART, T. M. DE C. Análise de sensibilidade em hidrogramas de cheias máximas obtidos pelo método do SCS em uma bacia urbana. **Águas Subterrâneas**, v. 31, n. 3, p. 243-254, 7 jul. 2017. <https://doi.org/10.14295/ras.v31i3.28812>

GARNEAU, C.; DUCHESNE, S.; ST-HILAIRE, A. Comparison of modelling approaches to estimate trapping efficiency of sedimentation basins on peatlands used for peat extraction. **Ecological Engineering**, v. 133, p. 60-68, ago. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2019.04.025>

GARZO, P. A.; DADON, J. R.; CASTRO, L. N. Modelling environmental vulnerability of the Biosphere Reserve Parque Atlântico Mar Chiquito, Argentina, under agricultural and urban impacts. **Ocean & Coastal Management**, v. 170, p. 72-79, mar. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.01.004>

GRIBBIN, J. **Introdução À Hidráulica, Hidrologia E Gestão De Águas Pluviais**. [s.l.] Cengage Do Brasil, 2014 (Google-Books-ID: XsQSvgAACAAJ).

JUNIOR, J. L. et al. Reservoir implantation for flood dampening in the Macaé River basin using the Mohid Land model. **Ciência e Natura**, v. 41, n. 0, p. 29, 4 out. 2019. <https://doi.org/10.5902/2179460X31860>

JUNIOR, J. L.; COSTA, V. T. R.; RODRIGUES, P. P. G. W. ASSESSMENT OF THE IMPACT OF A SMALL HYDROELECTRIC POWER PLANT OVER THE WATER QUALITY OF THE ITABAPOANA RIVER THROUGH A COMPUTATIONAL MODEL. **Ciência e Natura**, v. 38, n. 1, p. 95-105, 31 jan. 2016. <https://doi.org/10.5902/2179460X18274>

MIGUEZ, M. G.; VERÓL, A. P.; REZENDE, O. M. **Drenagem urbana: do projeto tradicional à sustentabilidade**. [s.l.] Elsevier, 2016 (Google-Books-ID: nJVZvgAACAAJ).

PAIVA, P. M. et al. Comparing 3d and 2d computational modeling of an oil well blowout using MOHID platform - A case study in the Campos Basin. **Science of The Total Environment**, v. 595, p. 633-641, out. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.007>

SAAD, A. M.; CAVALCANTE, M. R. G.; MENDES, G. B. REVISÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE MACAÉ (RJ). Produto 5 - Tomo III - Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (Programas, Projetos e Ações necessárias para atingir os objetivos e as metas do PMSB / Definição das Ações para Emergências e Contingências). Versão Preliminar. Novembro - 2020. Disponível em: <https://cbhmacae.eco.br/wp-content/uploads/2020/11/5.3-PMSB-Maca%E2%80%9A_Produto-5-TOMO-III_0920_R2.pdf>. Acesso em: 05 de junho de 2021.

SIMIONESEI, L. et al. Numerical Simulation of Soil Water Dynamics Under Stationary Sprinkler Irrigation With Mohid-Land: Soil water dynamics with MOHID-Land. **Irrigation and Drainage**, v. 65, n. 1, p. 98-111, fev. 2016. <https://doi.org/10.1002/ird.1944>

SURIPIN, S. et al. Reducing Stormwater Runoff from Parking Lot with Permeable Pavement. **E3S Web of Conferences**, v. 73, p. 05016, 1 jan. 2018. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20187305016>

TAVARES, L. P. DA S. et al. **WATER MANAGEMENT AND URBAN FLOOD MITIGATION: STUDIES AND PROPOSALS FOR THE MACAÉ RIVER BASIN IN BRAZIL. Journal of Urban and Environmental Engineering**. Disponível em: <<https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/juee/article/view/41313/22546>>. Acesso em: 27 out. 2019.

TRANCOSO, A. R. et al. An advanced modelling tool for simulating complex river systems. **Science of The Total Environment**, v. 407, n. 8, p. 3004–3016, abr. 2009. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.01.015>

ZHANG, H. et al. Determination of Emergent Vegetation Effects on Manning's Coefficient of Gradually Varied Flow. **IEEE Access**, v. 7, p. 146778–146790, 2019. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2946917>

DRONE E VANTS COMO FERRAMENTA PARA ÁREAS DE DIFÍCIL ACESSO

| ID 18934 |

1Nicolas Roberto Neckel, 2 Gabriela Moia Vivan, 3Ana Claudia Valério Soares, 4Renan Henrique Oliveira Longhini, 5Igor José Botelho Valques

1Universidade Estadual de Maringá, e-mail: nicolas_neckel@hotmail.com; 2Universidade Estadual de Maringá, e-mail Gabrielamvivan@gmail.com; 3 Universidade Estadual de Maringá, e-mail: anaclaudiaavsoares@gmail.com; 4 Universidade Estadual de Maringá, e-mail: rrlonghini@gmail.com; 5 Universidade Estadual de Maringá, e-mail: ijbvalques@uem.br

Palavras-chave: VANTS; Levantamento; Planejamento Urbano.

Resumo

O uso de veículos aéreos não tripulados (VANTS) tem se mostrado uma eficiente ferramenta em levantamentos de áreas de difícil acesso. Estes ambientes fazem parte da paisagem das cidades, como por exemplo: zonas industriais abandonadas, córregos, parques, espaços de ocupação informal, locais expostos a partículas tóxicas e outros. O planejamento ambiental é o dispositivo utilizado como ferramenta na qualificação dos espaços, isto é, cria diretrizes para melhorar a eficiência dos diversos sistemas urbanos. A ausência do conhecimento científico tem sido relatada por profissionais do meio ambiente e políticos no momento de embasamento do planejamento urbano (Melo *et al.*, 2020). A Ecologia da Paisagem é a ciência que dispõe conhecimento sobre as relações sistêmicas e integradas coexistente nas cidades. Esta, busca analisar o território e estruturá-lo considerando as esferas ambientais, econômicas e sociais (VASCONCELLOS, 2015). Face ao exposto, para produzir um planejamento urbano coerente é necessário atender a etapa de levantamento. Projetos que desconsideram o uso dos dados captados pela tecnologia do sistema VANTS em áreas remotas colaboram para uma gestão urbana inconsistente que traça diretrizes especulativas. Uma vez que, não pondera a realidade local de forma holística e utiliza da subjetividade do projetista como parâmetro na tomada de decisões. Portanto, o objetivo deste trabalho é realizar um levantamento a partir do sistema VANTS em um trecho sobre um córrego urbano em Maringá-PR, na qual supõe a partir de imagens fornecidas por satélites a formação de uma erosão. O processo realizado permitiu o reconhecimento da área em questão sem necessitar o acesso da equipe. Foi adotado como metodologia o *Object Oriented Photogrammetry VANT*

Programming, isto é, levantamento da área por fotogrametria, que fornece um arquivo digital em nuvem de pontos passível de ser exportado para outros *softwares*. Assim, relatou que o dispositivo é eficaz para as engenharias, principalmente por fornecer informações coerentes sobre o sítio, como mapas verificáveis que apontam a densidade vegetal, bem como sobre declividade e ainda disponibilizar fotografias aéreas. O resultado encontrado foi satisfatório e necessário para constatar que o escoamento superficial de água pluvial está provocando a movimentação de terra, criando erosões no encontro da margem com o leito e assoreamento, ou seja, o transporte e acúmulo de sedimentos, no caso no eixo do córrego; conformando uma espécie de duplicação do corpo d'água. Além disto, constatou que a Área de Preservação Permanente é inferior em metragem em vista do que é solicitado em Lei Federal, bem como a Área de Preservação Permanente 2 que determina 60 metros de raio para instalação da via paisagística, conforme exige a Lei Municipal. Ainda, a partir das imagens aéreas foi possível relatar um considerável volume de resíduo sólido descartado no local. Portanto, o uso de dispositivo apresenta potencial para ser empregado particularmente em áreas de difícil acesso que fazem parte da paisagem urbana.

Introdução

A utilização de drones e VANTS (Veículos Aéreos Não Tripulados) para levantamentos topográficos de projetos voltados à arquitetura e ao planejamento urbano vem se popularizando em ritmo acelerado durante a última década: o aumento do tempo de voo, com o advento de baterias de maior carga, permitindo voos mais longos, aliado à possibilidade de acoplar, nestes equipamentos maiores cargas - como câmeras de alta definição, sensores térmicos e dispositivos diversos - permitem uma coleta de dados rápida, com pouca interferência em locais de risco ou difícil acesso e de alta precisão, auxiliando na tomada de decisões de um projeto, ou expondo dados para acompanhamentos de recortes em tecidos urbanos. (TOSCHI *et al.*, et al, 2017)

Os dados gerados a partir de levantamentos com VANTS podem captar informações verticais e horizontais com precisão mínima e máxima de 0,022 m à 0,004 m. A coleta de dados permite a reconstrução tridimensional automatizada do objeto de estudo, exportando-os diretamente para softwares de mercado. Os resultados são superiores quando comparados aos recursos de imagens fornecidos por satélites, que usam recursos visuais disponível em diretórios internacionais, em baixa resolução; estes, produzem dados bem menos precisos, que giram em torno de 2,000 m à 0,080 cm na horizontal (PEDREIRA, 2017), não satisfazendo as diretrizes do Padrão de Exatidão Cartográfica Altimétrica dos Pontos Cotados para a produção de Produtos Cartográficos Digitais (Decreto nº 89.817/84).

A avaliação da espacialidade a partir de indicadores de realidade aumentada sustenta dados verificáveis. Temática relevante para o urbanismo sustentável que busca o ordenamento e o gerenciamento do território (CECAGNO *et al.*, 2020). Desta maneira, o mapeamento gerado como produto final dos veículos aéreos não tripulados possibilita o monitoramento do ambiente urbano; servindo como base científica para Ecologia da Paisagem, disciplina fundamental que estuda a qualificação dos espaços livres com enfoque ecológico (MENEGUETTI, 2007).

O planejamento ambiental é o instrumento utilizado por esta matéria como ferramenta que dispõe diretrizes em busca de realidades que consideram as esferas sociais, econômicas ao mesmo tempo em que possibilita a manutenção da natureza. Este, estrutura-se a partir de etapas, iniciando com a fase do levantamento de dados e mapeamento temáticos para diagnóstico do local.

Neste trabalho, será apresentado dados captado através do sistema VANT em um trecho do córrego Ribeirão em Maringá - PR que apresenta uma paisagem pitoresca com barreiras físicas e visuais. O segmento faz parte dos mais de 70 km de extensão dos fundos de vale do município, de acordo com Meneguetti (2009) e foi selecionado por aparentar o desenvolvimento de um processo erosivo a partir de avaliação da ortofoto disponibilizada pela prefeitura municipal. Deste modo, o objetivo da pesquisa foi verificar as informações existentes sobre o espaço e proporcionar dados mais realísticos na etapa de levantamento do sítio.

Materiais e Métodos

Em aproximação ao objeto de estudo, é classificado que o recorte se encontra na bacia hidrográfica do Ribeirão Maringá, que “está localizada na porção norte do município de Maringá entre as latitudes 23° 16’ e 23° 26’ S, e Longitudes 51° 55’ e 51° 31’ W” (COELHO, 2007. p.05), vide Figura 01. O corpo hídrico segue pela área rural em direção ao norte e deságua no rio Pirapó (BIAZIN, 2005). O ponto escolhido para levantamento de dados a partir do emprego do sistema VANTS, figura 02, em vermelho, encontra-se dentro da malha urbana, em um segmento do córrego Ribeirão Maringá, localizado na região noroeste urbana do município; nas proximidades do Cemitério Parque, situado nas coordenadas: 23°23'46.5" S 51°57'54.4" W.

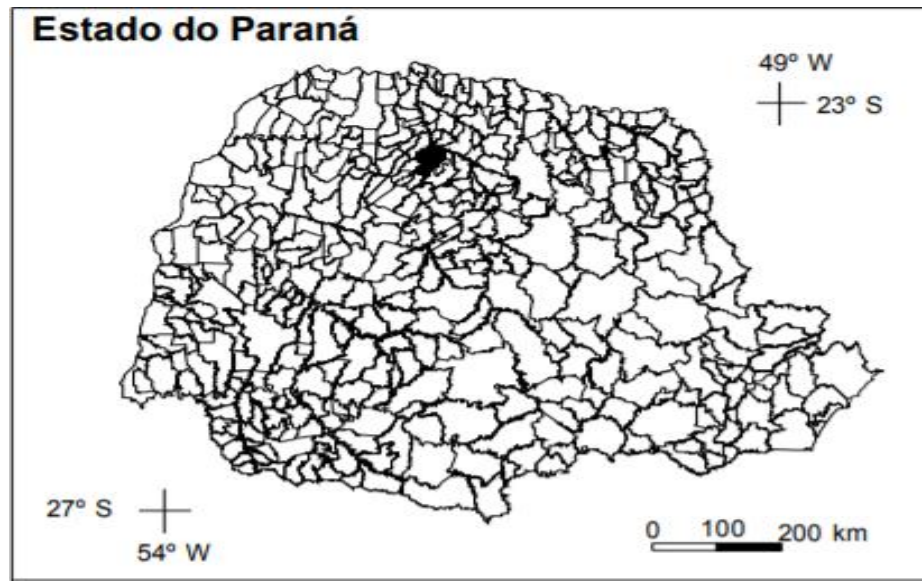


Figura 1: Mapa de localização.

Fonte: Adaptado pelos autores a partir de Biazin (2005, p.30). 2020

Relata-se no contexto espacial a Avenida Dep. José Alves dos Santos que se situa perpendicularmente ao córrego e abriga uma rede de torres transmissoras de energia elétrica locadas sobre um canteiro central de 18 metros de largura, responsável por intensificar escoamento d'água em direção ao córrego. Na figura 03 e 04 analisa-se a movimentação de sedimentos no leito do córrego provocado por este encontro. Ainda, soma-se no perfil transversal um processo de assoreamento formando a duplicação do corpo hídrico.



Figura 2: Mapa de localização.

Fonte: Acervo pessoal adaptado pelos autores a partir imagens de satélites fornecidas pela Prefeitura Municipal de Maringá, 2020.



Figuras 3 e 4: Ortofoto sobre o córrego Ribeirão Maringá.

Fonte: adaptado pelos autores a partir imagens de satélites fornecidas pela Prefeitura Municipal de Maringá, 2020.



Figura 5: Perspectiva da Avenida Deputado José Alves dos Santos.

Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

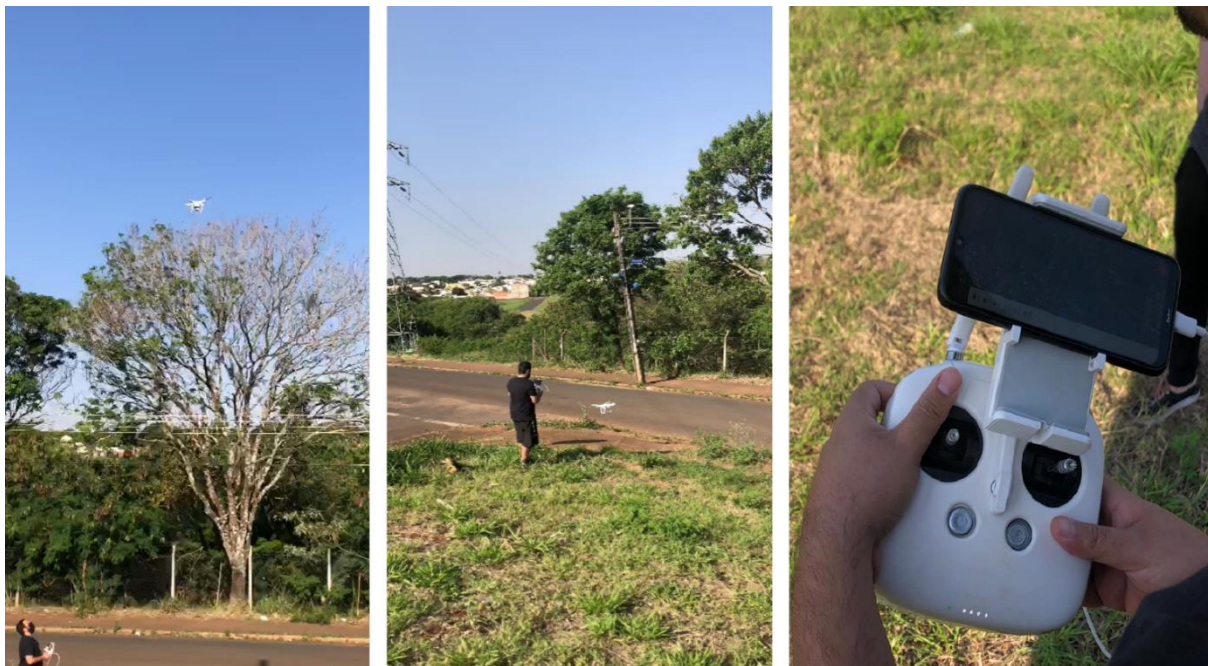
Face as imagens fornecidas por satélite, pressupõe-se, em um primeiro momento, que o corpo hídrico criaria um corredor verde recortando o tecido urbano com um padrão de vegetação mais intensa e preservada em um raio de 30 metros de margem do córrego, em conformidade com o estabelecido pelo primeiro Plano Diretor da cidade em 1968, configurando-se a área de preservação Permanente, o que, conforme tratado na análise do levantamento *in loco*, não se configura. Na sequência espacial, com a metodologia pautada em satélite, presume-se erroneamente a existência de mais 30 metros de vegetações rasteiras, provenientes do Plano de Diretrizes Viárias disposto em 1979 de Maringá que solicitou 60 metros de área de preservação Permanente (MENEQUETTI, K. 2007), não podendo ser observada. ainda, a existência um modelo de fechamento da via paisagística, realizado em alambrado ou mureta de alvenaria, como é exigido pela prefeitura.

Este conjunto, em suma, dá forma a uma área de difícil acesso, com uma paisagem pitoresca e possíveis sintomas de um sistema hidrológico com perturbações - Kevin Lynch (1960) classificaria a região como um limite, isto é, na legibilidade da paisagem o corpo hídrico cria uma quebra linear visual e que impossibilita a permeabilidade à circulação.

A sobreposição das informações do sítio existente com as normativas municipais induz o projetista a considerá-las de acordo com o que foi fornecido. Mas, neste trabalho, buscou-se aprofundar e confrontar o acervo existente. Portanto, foi utilizado como metodologia para o levantamento real *in loco* o item denominado *Object Oriented Photogrammetry VANT Programming*, que possibilita a geração de um arquivo digital em nuvem de pontos voltada à objetos arquitetônicos e recortes topográficos pré-determinados.

O levantamento de áreas por fotogrametria, de acordo com Fritsch (1999), é uma metodologia de aquisição e processamento de imagens fotográficas que visa a determinação de formas, coordenadas e características geométricas a fim de gerar modelos virtuais tridimensionais. A fotogrametria é, portanto, um mecanismo da mensuração do campo de geodesia, utilizando sensoriamento remoto [SR] para obter informações geométricas de objetos representados em fotografias (LINDER, 2009). Groetelaars (2015) reitera que por meio da fotogrametria digital é possível obter grande quantidade de dados reais, como medidas, desenhos, modelos geométricos e ortofotos.

A metodologia desenvolvida pelos autores consiste na aplicação desta tecnologia para levantamentos de objetos arquitetônicos e recortes urbanos visando a reconstrução em softwares de mercado com alta precisão e mapeamento de texturas. Esta metodologia foi testada experimentalmente em campo durante o processo de incubação S.A. Challenge NASA 2018, a partir do georreferenciamento utilizando-se de dados fornecidos pela instituição norte americana da Global Imagery Browse Services (GIBS), e da NASA's Earth Science Data Systems, com suas bases de dados unificados em sistema de prototipagem em Grasshopper. Os resultados obtidos demonstram uma precisão de 0,0032m em coordenadas horizontais e 0,0025m em coordenadas verticais em comparativo com o objeto real edificado, sendo, portanto, base de extrema confiabilidade para desenhos técnicos e projetos ambientais.



Figuras 6, 7 e 8: Registro do levantamento realizado pelos pesquisadores.

Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

Afim de que se registre a metodologia e as condições de captura neste estudo, a utilização de VANTs (veículo aéreo não tripulado) foi realizada com rota automatizada e, portanto, sem controle manual, com angulação de 45° para a captura de imagens, buscando de tal sorte que se minimizem as condicionantes impostas pela diminuição de visibilidade sob a massa vegetada. O planejamento do trajeto a ser adotado foi realizado pela avaliação simples do entorno, com a identificação de riscos, obstáculos e com a determinação do local de pouso e decolagem. Para a obtenção de dados mais precisos, foi realizada a programação de dois planos de voo: um à 50, e outro à 70m de altura relativa ao solo, durante os quais foram realizadas a captura das imagens e das informações de posicionamento, para cruzamento de dados. Esta etapa demandou ainda a solicitação do plano estabelecido dos seguintes órgãos públicos: ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil), DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo), e Polícia Militar do Estado do Paraná.

Os equipamentos e softwares utilizados para execução do plano de voo e processamento posterior foram:

DJI Mavic Pro: VANT operado por software, sem alteração manual;

Agisoft Photoscan v1.4.8: Software de processamento de imagens capturadas para controle técnico;

Adobe Photoshop Lightroom v8.3: Software de processamento de imagens capturadas para otimização de visualização;

Pix4dMapper: Software para processamento de imagens capturadas e exportação de arquivos .obj, .mesh, .TIFF, .fbx, .las e .dsm;

Rhino Grasshopper: Software para integração de dados GIBS e NASA's Earth Science Data Systems e dos dados digitalizados e processados em 3D pelo Pix4dMapper e programa de controle Agisoft Photoscan v1.4.8 como modelagem geométrica insumos para BEM - As entradas foram baseadas em fotogrametria malha e um mapa de textura anotado. Um número de algoritmos e ferramentas foram aplicados para converter automaticamente tanto a malha 3D e o mapa de textura anotada para geometria.

Os parâmetros utilizados para obtenção de dados pelo VANT foram:

Tabela 1: Parâmetros utilizados para obtenção de dados.

Voo 01	Voo 02
GSD: 4.38cm/px;	GSD: 4.38cm/px;
Câmera: FC300X_3.6_4000x3000 (RGB)	Câmera: FC300X_3.6_4000x3000 (RGB)
Altura de captação: 50 metros;	Altura de captação: 70 metros;
Angulo de Captura: 45°;	Angulo de Captura: 45°;
Side Overlap: 65%;	Side Overlap: 65%;
Front Overlap: 75%	Front Overlap: 75%
Velocidade de Vôo: 6m/s	Velocidade de Vôo: 8m/s
Área coberta: 0.110 km ² / 10.9703 ha	Área coberta: 0.110 km ² / 10.9703 ha
Tempo Total: 20:34mn	Tempo Total: 14:04mn
Capturas: 139 imagens GSD: 4.38cm/px.	Capturas: 161 imagens GSD: 4.38cm/px;

Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

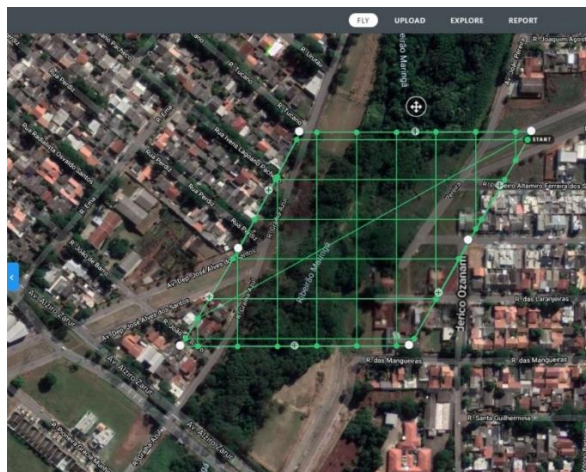


Figura 9: Plano de voo estabelecido em recorte.

Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

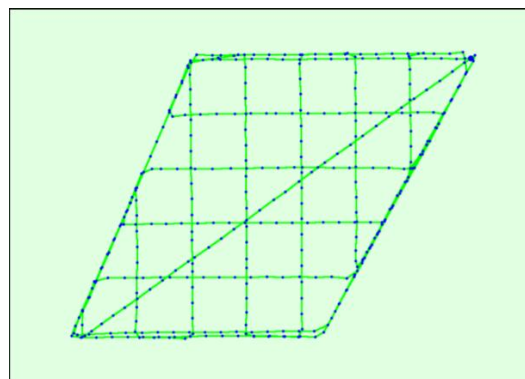


Figura 10: Vista superior da posição Inicial das Imagens Capturadas.

Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

Ainda sobre os resultados obtidos pela metodologia de levantamento adotada, têm-se, na Figura 11, a verificação do deslocamento entre as posições de imagem iniciais (pontos azuis) e computadas (pontos verdes), na vista superior (plano XY), vista frontal (plano XZ) e vista lateral (YZ isométrico). Aqui, os pontos vermelhos indicam imagens desabilitadas ou não calibradas, e as elipses verde-escuras que indicam, por padrão de *software*, a incerteza da posição absoluta do bloco de feixes resultado de ajuste estão ausentes, enquanto na Figura 13 tem-se a representação gráfica das posições de imagens calculadas, com links entre imagens correspondentes. Nesta, a escuridão dos links indica o número de pontos-chave correspondentes, em 2D, entre as imagens, enquanto links mais claros exigiram pontos de ligação manuais durante processamento, resultante principalmente de áreas de sombreamento sob a copa da vegetação ali presente.

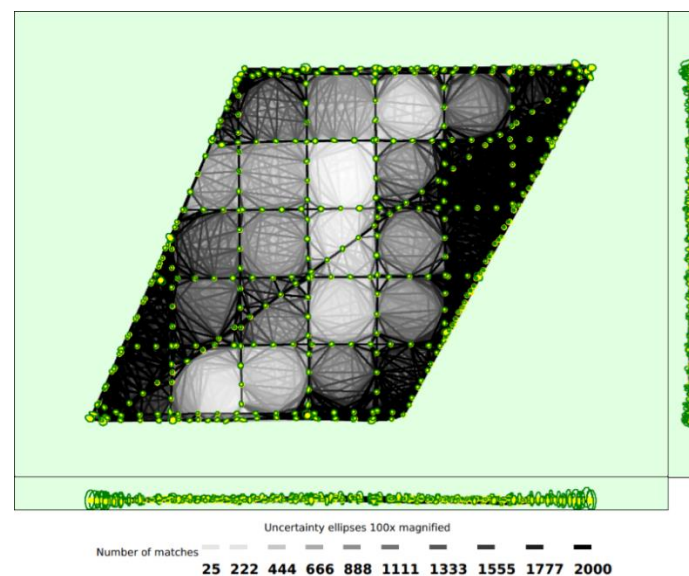


Figura 11: Deslocamento entre as posições de imagens iniciais.

Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

Resultados e discussão

O levantamento resulta, desta forma, em um total de 39.889 keypoints (pontos identificáveis por inteligência artificial) por imagem usados para processamento de dados de texturização, determinados à partir de 382 imagens em resolução 4000x3000px, assinaladas na Figura 12 - vista superior da posição inicial das imagens capturadas (em azul), onde a linha verde segue a posição das imagens no tempo a partir do ponto azul de maior dimensão - com uma média de 9.176 pontos identificáveis correspondentes por imagem (ou seja, 9.176 conferências de georreferenciamento por

ponto gerado) e, por fim, 21.323.825 pontos georreferenciados com precisão final de 0,0032m em coordenadas horizontais e 0,0025m em coordenadas verticais em comparativo com o objeto real edificado, em um total de 34mn e 12 segundos de processamento. O arquivo .dwg com as curvas reais do terreno foi gerada a partir da rasterização TIFF pelo software QGIS, fornecido pelo Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) para geoprocessamento. Tal nível de precisão serve, assim, de subsídio para as análises seguintes.

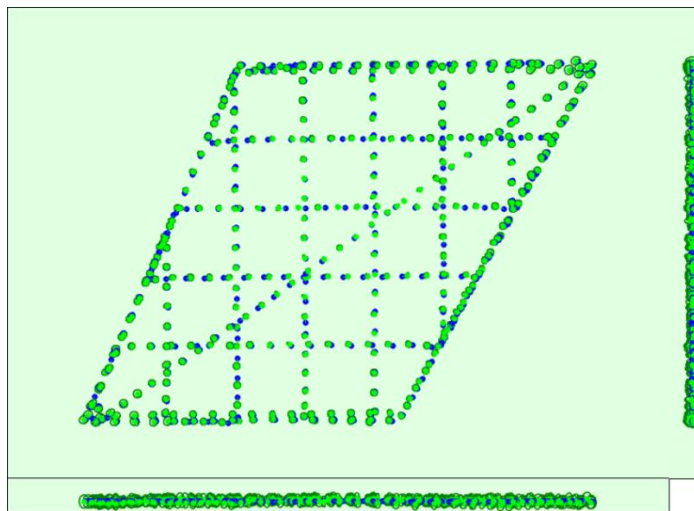


Figura 12: Deslocamento entre as posições de imagens iniciais.

Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

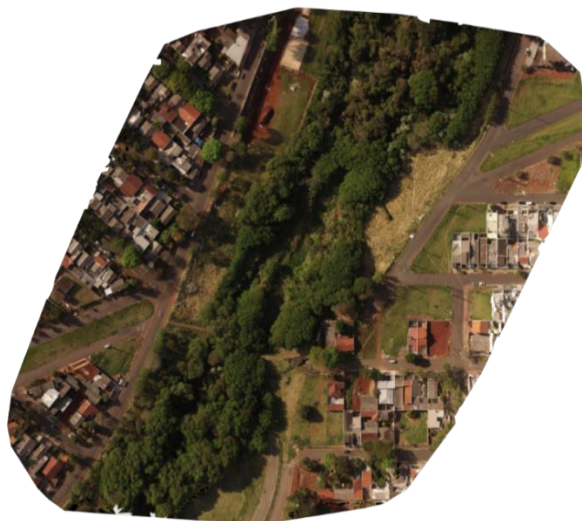


Figura 13: Ortomosaico de Superfície Correspondente.

Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

A figura 13, resultante também do processamento realizado, consiste no Ortomosaico de superfície correspondente, antes da densificação em nuvem de pontos, levantada pelo VANT, representando o recorte total do levantamento, enquanto na Figura 14, tem-se o modelo digital de superfície correspondente (DSM) esparso antes da densificação em nuvem de pontos. Na imagem, é possível perceber a diferença de altura dos elementos que formam a paisagem. Assim, em azul é representado os pontos mais baixos enquanto que em vermelho são os mais altos. Este modelo de densificação permite relatar o baixo volume de vegetação na várzea do córrego. Entende-se que este é vegetado, em muitos pontos, com plantas rasteiras. Outro item importante, é a duplicação do corpo hídrico no trecho analisado, visto que as águas escoam pela superfície da avenida adjacente e desaguam neste ponto. Aumentando a profundidade do córrego e criando um assoreamento entre os volumes de água; o que pode ser percebido pelas duas faixas paralelas em azul. A análise de declividade apresentada abaixo, evidencia a diferença de nível no trecho em questão, dados corroborados pelos resultados demonstrados nas Figuras 16 e 17. Ainda, pode-se notar que a Lei Municipal, que solicita 30 m com vegetação com 30 metros de área livre, não está sendo cumprida no recorte, uma vez que o desmatamento do trecho estudado é evidente, reforçado, na imagem 16, pela presença de lixo nas bordas, onde há ocupação urbana.

Observando-se a Figura 16, corte em terreno para análise de declividade resultante I, em perspectiva transversal, tem-se a exemplificação de aplicação de estudos geoprocessados in loco: Altura máxima 437.99m, altura mínima 437.31m, diferença de elevação 0.680m, slope 0.146154° (ou 0.255088%), a distância percorrida do corte é de 267.36m. E, observando-se a Figura 17, corte em terreno para análise de declividade resultante I, em perspectiva paralela, tem-se evidenciados resultados de altura máxima 446.82m, altura mínima 443.14m, diferença de elevação 3.68m, slope 0.575093° (ou 1.00376%), com distância percorrida do corte de 366.62m.

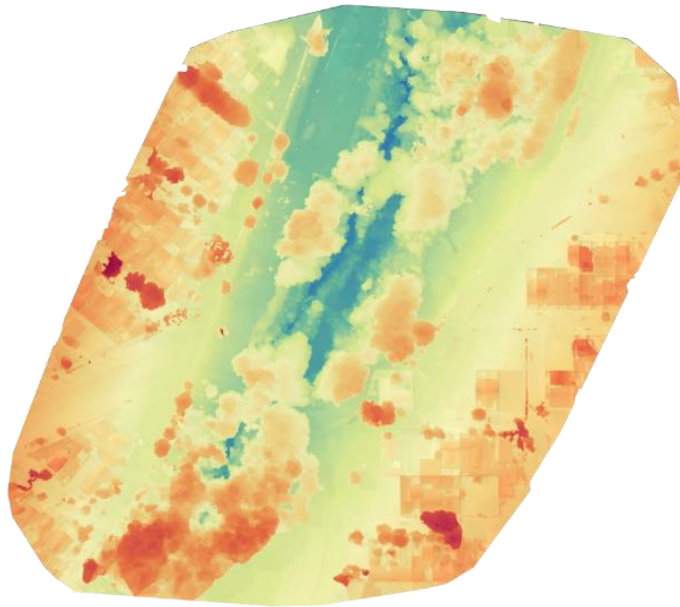


Figura 14: Modelo digital de superfície correspondente.

Fonte: Acervo dos Autores, 2020.



Figura 15: Modelo digital de superfície correspondente com destaque aos resíduos sólidos descartados incorretamente sobre a área de preservação permanente.

Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

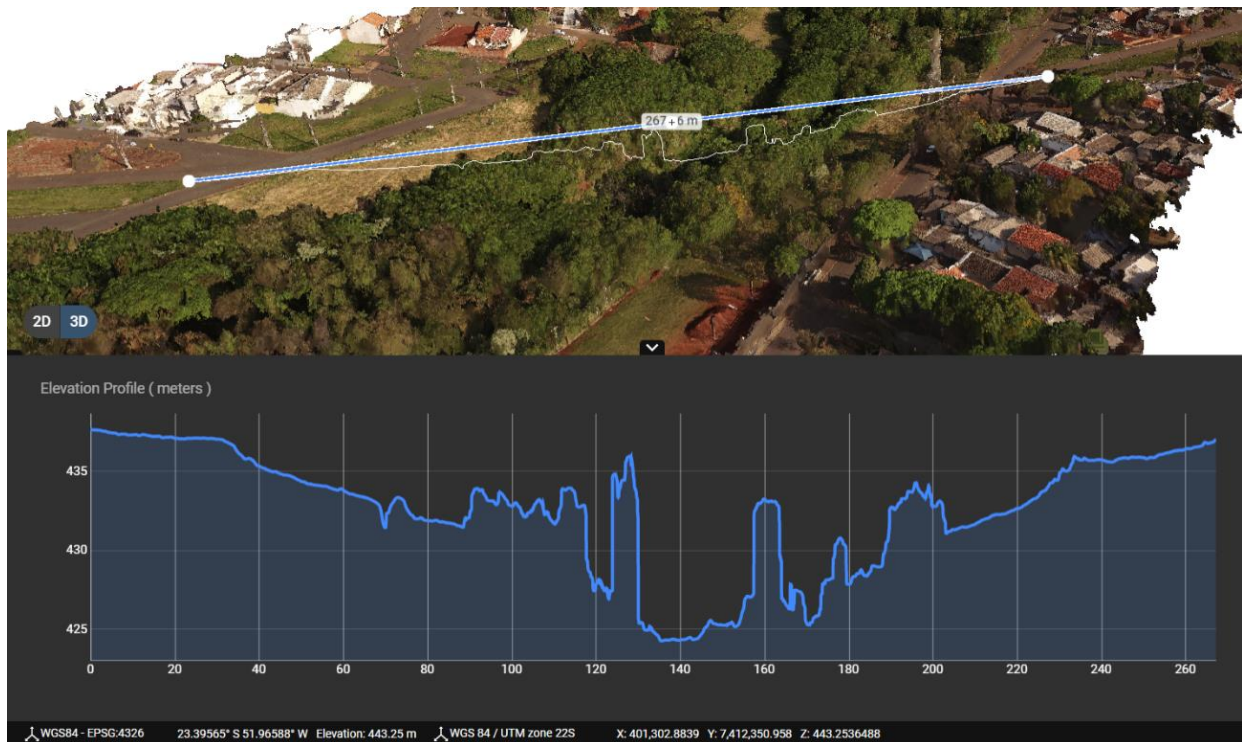


Figura 16: Corte Transversal.
Fonte: Acervo dos Autores, 2020.



Figura 17: Corte Longitudinal.
Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

Considerações Finais

O levantamento do sítio faz parte da etapa do reconhecimento do território. É uma fase primordial no processo de gestão urbana, e com o uso de drones e VANTs é possível sintetizar e exportar informações para outros softwares de mercado que gera mapas temáticos, gráficos, textos e outros. Neste trabalho, foi possível diagnosticar informações quanto ao declive do espaço, a densificação da vegetação e imagens superiores em diversos pontos, mesmo à uma distância de 110 metros da posição do voo final.

Para além dos materiais produzidos, o resultado final comprovou a hipótese de erosão e assoreamento no leito do Córrego Ribeirão Maringá e constatou a precariedade da vegetação, que não está cumprindo as solicitações municipais de preservação. E, com o voo foi possível relatar um volume considerável de resíduos sólidos encontrados atrás da mureta que faz o fechamento da via paisagística, descartados irregularmente sobre a área de preservação permanente.

Quanto ao investimento, vale pontuar que a contratação para prestação de um serviço similar custa em torno de um mil reais para um segmento como este apresentado no trabalho. O custo concerne ao desgaste do equipamento, a transferência dos arquivos para outros softwares e ao levantamento em si.

No que se refere a compra de equipamentos, é possível achar drones no mercado que custam em torno de quatro mil reais, mas neste estudo de caso foi utilizado um equipamento da marca DJI que custa em média de vinte e três mil reais. A diferença varia quanto a capacidade de duração do voo, a potência da câmera, a carga da bateria e outros. O apetrecho utilizado tem propriedades para receber sinais de câmera e vídeo até uma distância de 4 km, segundo informações disponibilizadas pelo fabricante.

Por fim, pontua-se que o uso de drones e VANTs como ferramenta para levantamento de áreas de difícil acesso atendeu as expectativas e forneceu um material mais próximo a realidade.

Agradecimentos

À CAPES e a Universidade Estadual do Maringá pelo apoio ao estudo.

Referências Bibliográficas

BIANZIN, P. C. Característica sedimentar e hidrológica do rio Ivaí em sua foz com o rio Paraná, Icaraíma-PR. Universidade Estadual de Maringá. DGE, 2005. (Dissertação de mestrado).

Cecagno, C. F., Pessôa, V. M. M., Camargo, D. M., & Marques, M. L. (2020). Sustentabilidade do desenvolvimento urbano de Campinas-SP: uma abordagem multicritério. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 12, e20190178. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.012.e20190178>

COELHO, A. Dinâmica Fluvial e qualidade de água da bacia de drenagem do Ribeirão Maringá: contribuição para planejamento e gestão ambiental. 2007. Dissertação – Mestrado em Geografia. Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

D89817. DECRETO Nº 89.817, DE 20 DE JUNHO DE 1984. Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional.

FRITSCH, D. Virtual cities and landscape models – what has photogrammetry to offer? *Virtual Reality*, p. 3–14, 1999.

GROETELAARS, N. J.; 2015. Criação de modelos BIM a partir de "nuvens de pontos": estudo de métodos e técnicas para

documentação arquitetônica. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, p.58-350.

LINDER, W. *Digital photogrammetry a practical course*. Springer Berlin Heidelberg New York, 2009.

LYNCH, Kevin. **The image of the city**. Cambridge: The M.I.T. Press, 1960.

MELO, T. S., Mota, J. V. L., Silveira, N. D. B. et, Andrade, A. R. S., Peres, M. C. L., Oliveira, M. L. T., & Delabie, J. H. C. (2020). Combining ecological knowledge with Brazilian urban zoning planning. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 12, e20190135. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.012.e20190135>

MENEGUETTI, K. et al. Transformações na forma urbana de Maringá-PR. O sistema de espaços livres e as reconfigurações urbanas recentes. In: XII Colóquio QUAPÁ-SEL. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

MENEGUETTI, K.; REGO, R.; & BELOTO, G. Maringá - A Paisagem Urbana e o Sistema de Espaços Livres. *Paisagem E Ambiente*, (26), 2009, p. 29-50. <https://doi.org/10.11606/issn.2359-5361.v0i26p29-50>.

PEDREIRA, W. J. P.; 2017. Avaliação Da Acurácia Altimétrica De Mapeamento Topográfico Usando Vant. Dissertação, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, p.28-52.

TOSCHI, Isabella; RAMOS, M. M.; NOCERINO, Erica; et al.. 2017. Oblique Photogrammetry Supporting 3d Urban Reconstruction Of Complex Scenarios. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. XLII-1/W1. 519-526. 10.5194/isprs-archives-XLII-1-W1-519-2017, p. 519-526.

VASCONCELLOS, A. *Infraestrutura verde aplicada ao planejamento da ocupação urbana*. Curitiba, 2015.

ESTUDO DE INDICADORES DE RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA DO RIO JEQUITINHONHA

| ID 19248 |

1 Leticia Machado Daniel; 2 Arthur Benedito Ottoni.

¹ Graduanda em Engenharia Hídrica na Universidade Federal de Itajubá/MG. ² Professor na Universidade Federal de Itajubá/MG, e-mail: arthurotoni@unifei.edu.br

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica Degradada; Disponibilidade Hídrica em Bacia Hidrográfica Degradada; Crises Hídricas; Indicadores de Recursos Hídricos.

RESUMO

O presente artigo é uma síntese dos principais resultados e informações do trabalho de TFG da aluna Letícia Machado Daniel do curso de Engenharia Hídrica da UNIFEI defendido em 2020/021. O mesmo propõe Indicadores de Recursos Hídricos – IRHs tendo em vista orientar Tomadas de Decisão nos investimentos de empreendimentos hídricos localizados nas bacias hidrográficas, especialmente os de “água útil”, servindo também os IRHs como ferramenta de gestão dos recursos hídricos das bacias. A bacia “piloto” para os estudos desses Indicadores foi a do rio Jequitinhonha-MG/BA, em especial a do rio Araçuaí, onde foi desenvolvido o estudo de caso. Os dados hidro meteorológicos utilizados nos estudos correspondeu ao período de 1951 a 2002. Foram determinados os Indicadores de Recursos Hídricos (IRHs) propostos, e avaliado seu comportamento quanto a distribuição das chuvas e dos escoamentos superficiais e de base da bacia no período analisado, evidenciando-se como resultados o possível aumento do escoamento superficial e a redução do escoamento de base (água subterrânea) da bacia.

INTRODUÇÃO

Bacia hidrográfica, ou ecossistema continental, é composto por um conjunto de disponibilidade de recursos naturais, tais como características de solo, clima, vegetação, minerais e recursos hídricos, os quais notabilizam a mesma como uma “função multi-objetiva”.

O histórico da evolução ambiental que se dá nas bacias hidrográficas em função da sua ocupação sem planejamento indica tendências de desequilíbrio e degradação gradual do regime hídrico do lençol freático e dos cursos d'água que as drenam.

Tais condições acabam por afetar os empreendimentos implantados nas bacias. Este cenário tem tornado incerto os processos dos empreendimentos antrópicos, pois, sendo a água um dos insumos essenciais, estes acabam por operar com incertezas, que tendem a se agravar no futuro. Vários exemplos deste cenário são frequentemente noticiados pela mídia, e o mais recente foi a crise hídrica da Região SE/Brasil de 2014-2016, com racionamento d'água em vários municípios.

O presente artigo desenvolve uma metodologia para identificar os Indicadores de Recursos Hídricos-IRHs,, a partir de dados hidrológicos (regime de vazões líquidas) e meteorológicos (regime de chuvas da bacia) , podendo os mesmos serem utilizados como referência para Tomadas de Decisão em investimentos nos empreendimentos das bacias hidrográficas , notadamente aqueles que usam a água como matéria prima essencial no seu processo industrial, além de ferramenta na gestão dos recursos hídricos da bacia.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A bacia hidrográfica e seus ambientes atmosférico, do solo superficial e sub solo é o local onde ocorre o ciclo hidrológico, sendo este o responsável pela manutenção do regime hidrológico da bacia.

O regime hidrológico confere a bacia o seu grau de perenidade hídrica, ou seja, de manutenção das vazões. Bacias com regime hidrológico perene têm maiores disponibilidades hídricas de calha fluvial (água útil para os aproveitamentos).

De acordo com Paz (2004), o modelo Chuva-Vazão baseia-se na transformação da precipitação pluviométrica média que chega sobre a bacia em um determinado período de tempo em vazão líquida de calha fluvial. Ou seja, ele estima a resposta hidrológica da bacia hidrográfica dada a ocorrência de um evento de chuva.

O modelo permite estimar os impactos sobre a vazão em um rio e o meio ambiente oriundos do uso e ocupação do solo, como por exemplo, a previsão e controle de enchentes e a impermeabilização de áreas pela urbanização ou o desmatamento (PAZ, 2004).

O modelo Chuva-Vazão tem como base o sistema representativo do ciclo hidrológico, dado pela equação 1.

$$\vec{I} \times \vec{B} = \vec{O}, \quad (1)$$

sendo, \vec{I} = INPUT = deflúvio pluvial da bacia (regime de chuvas), em milhões de m³, variável a partir das condições atmosféricas locais (que dão origem as chuvas médias da bacia) e dos fenômenos meteorológicos globais (El Nino e La Nina) (que dão origem aos eventos de chuva extremos); \vec{B} é a bacia hidrográfica, suas condições físicas, ambientais e de uso e ocupação do solo (antropismo); \vec{O} é o OUTPUT, representado pelas disponibilidades hídricas da bacia hidrográfica em milhões de m³, sejam, os escoamentos superficial de calha fluvial e os subterrâneos dos lençóis aquíferos, e dos deflúvios de sedimentos oriundos da erosão do solo da bacia, em tonelada/ano (OTTONI, 2009).

Uma das etapas do ciclo hidrológico é o balanço/equilíbrio no ambiente do solo superficial e sub solo da bacia entre o escoamento superficial (ES) e a infiltração (I). A manutenção da floresta é o principal fator deste equilíbrio, e sua “quebra” se dá quando ocorre o desflorestamento na bacia de forma intensiva (sem planejamento) para a implantação das atividades antrópicas, como ainda ocorre (e no passado ocorreu com frequência) com muitas bacias hidrográficas no Brasil (Figura 1).

Uma das consequências nos recursos hídricos da bacia é a redução no processo de infiltração (I) da água no solo e o aumento do escoamento superficial (ES) (de encosta e planície) para os eventos de chuvas, ou seja, $ES \gg I$ (Figura 1), e desta forma uma diminuição no potencial de abastecimento (recarga) do lençol freático a partir dos eventos de chuvas ocorridos no período chuvoso sobre a bacia, sendo a mesma atualmente consideradas “hidrologicamente” degradada. Como resultado hidrológico, as enchentes (nos períodos chuvosos) e a carência/escassez hídrica (nos períodos de estiagem) na bacia tendem a ser mais frequentes e intensos, caracterizando como incerto o seu regime de perenidade hídrica (“crises hídricas”). O “estresse hídrico” na bacia ocorre por decorrência dos usos intensos da água da bacia, estando a mesma hidrologicamente debilitada (em estado de “crise hídrica”).

É importante definir o conceito de “perenidade hídrica” da bacia: “característica da bacia na manutenção ao longo do tempo dos seus recursos hídricos de calha fluvial, respeitando, estatisticamente, as vazões características dos períodos de cheia e de estiagem, compatíveis com as das Bacias Naturais” (OTTONI, 2009).

A Figura 1 exemplifica os cenários de impactos ambientais decorrentes dos usos do solo da bacia (sem planejamento) ao longo do tempo e a deterioração do equilíbrio dos escoamentos superficial (ES) e de infiltração (I) sobre a mesma, que repercutem na perenidade hídrica da bacia.

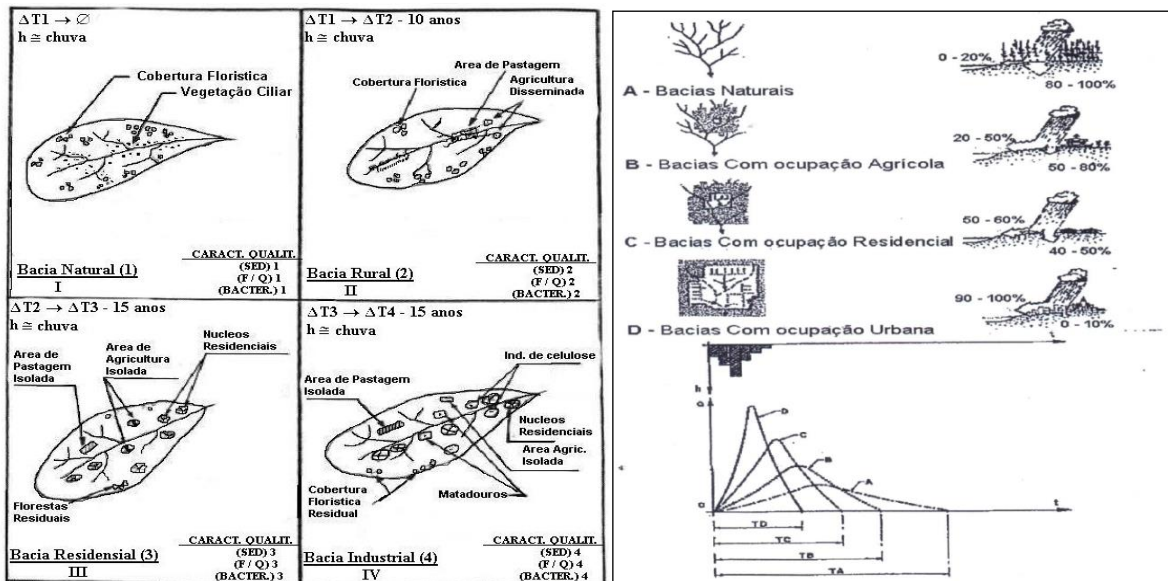


Figura 1: Tendências da evolução ocupacional de uma bacia hidrográfica e Regime hidrológico característico da ocupação no tempo de uma bacia hidrográfica.
Fonte: Ottoni (2009).

METODOLOGIA

Os estudos dos Indicadores de Recursos Hídricos (IRHs) em bacias hidrográficas é uma técnica de análise da sua disponibilidade hídrica baseado nas informações hidro meteorológicas nelas disponíveis. Portanto são usados dados de chuva e vazão e trabalhados os mesmos de forma estatística, tendo em vista obter resultados confiáveis para tomadas de decisão relacionadas as tendências da bacia a enchentes, escassez hídrica, ou aos dois eventos em conjunto, como a seguir mencionado.

Os Indicadores de Recursos Hídricos-IRHs descritos e utilizados nesse artigo são Indicadores de Degradação Hídrica (IDHs); Indicadores de Economia Hídrica (IEHs); Indicadores de Produtividade Pluviométrica (IPPs); Indicadores Chuva-Vazão (ICVs).

a- Os **Indicadores de Degradação Hídrica-IDHs**, analisam qualitativamente as tendências da bacia a enchentes e/ou estiagens, e são representados pelos Coeficientes de Perenidade de Enchente (P), de Perenidade de Estiagem (p) e de Amplitude (m). Para a sua determinação utilizam-se as vazões características na Curva de Permanência de Vazões de calha fluvial (Decrescente) no período analisado do Posto Fluviométrico. Esses coeficientes estão representados pelas equações de 2 a 4:

- Coeficiente de Perenidade de Enchente (P): mostra a suscetibilidade da bacia para enchentes. Para Bacias Naturais estão próximos da unidade (1,000) (OTTONI, 2009).

$$P = \frac{Q_5}{Q_m}, \quad (2)$$

Onde: Q_5 é a vazão de enchente com frequência de 5%; Q_m é a vazão média do período.

- Coeficiente de Perenidade de Estiagem (p): mostra a tendência da bacia para escassez hídrica. Para Bacias Naturais estão próximos da unidade (1,000) (OTTONI, 2009).

$$p = \frac{Q_m}{Q_{95}} \quad (3)$$

Onde: Q_{95} é a vazão de estiagem com frequência de 95 %; Q_m é a vazão média do período.

- Coeficiente de Amplitude (m): mostra a vulnerabilidade da bacia aos eventos extremos de enchente e/ou estiagem. Para Bacias Naturais estão próximos da unidade (1,000) (OTTONI, 2009).

$$m = \frac{Q_5}{Q_{95}} \quad (4)$$

Onde: Q_5 é a vazão de enchente com frequência de 5%; Q_{95} é a vazão de estiagem com frequência de 95 %.

- b- Os **Indicadores de Economia Hídrica-IEHs (em %)** apresentam de forma quantitativa a evolução da bacia em relação às variações temporais dos deflúvios superficiais (DS) e de base (DB), sendo que os mesmos estão relacionados ao comportamento da bacia relacionado, respectivamente, ao aumento (ou diminuição) do escoamento superficial de calha fluvial (manancial superficial) e ao nível de deplecionamento (ou do replecionamento) do lençol freático (manancial subterrâneo). Para a sua determinação utiliza-se o hidrograma de calha fluvial do Posto Fluviométrico, e são obtidos a partir das equações 5 e 6. Para Bacias Naturais o rendimento superficial varia aproximadamente na faixa de $10 \% \leq rh_s \leq 25\%$ e o de base de $10 \% \leq rh_b \leq 25\%$.

- Rendimento hídrico do deflúvio de base (rh_b) (em %): representa no Posto Fluviométrico o percentual de água subterrânea da bacia (OTTONI, 2009).

$$rh_b = \frac{DB}{DT} \quad (5)$$

Onde: DB é o deflúvio de base (em m3), ou seja, $Q_i \text{ base} \times \Delta t$ (10^6); DT (em m3) é o deflúvio total, ou seja, DB + DS.

- Rendimento hídrico do deflúvio superficial (rhs) (em %): representa no Posto Fluviométrico o percentual de água superficial da bacia (OTTONI, 2009).

$$rh_s = \frac{DS}{DT} \quad (6)$$

Onde: DS é o deflúvio superficial, ou seja, $Q_i \text{ superficial} \times \Delta t$ (10^6).

c- Indicadores de Produtividade Pluviométrica-IPPs (em %), os quais retratam como a chuva equivalente (média) da bacia está distribuída sobre a sua área de drenagem, sendo o “cenário ideal” o da chuva bem distribuída em toda a bacia. Esta distribuição tem por referência os Postos Pluviométricos, (OTTONI, 2009), e são dados pelas equações 7 e 8.

$$IPPi = \frac{h_{POSTO i} - h_{eq}}{h_{eq}} \quad (7)$$

$$IPPi + 1 = \frac{h_{POSTO i+1} - h_{eq}}{h_{eq}} \quad (8)$$

Onde: IPP é p indicador de produtividade pluviométrica (em %); $h_{\text{posto } i}$ e $h_{\text{posto } i+1}$ são as alturas de chuva (em mm) medidas nos postos “i” e “i+1” para uma duração (t); h_{eq} é a altura de chuva equivalente (média) (em mm) da bacia para uma duração (t), obtida por alguns métodos, como o da média aritmética da altura de chuva do posto “i” com o posto “i+1”.

d- Indicadores Chuva-Vazão-ICVs(em %), que têm por objetivo caracterizar o percentual da chuva equivalente (média) da bacia que deu origem aos escoamentos superficial e subterrâneo. Outras determinações são feitas com os ICVs, como perdas d’água (D_n) (em %) (por evapotranspiração) e o rendimento hidrológico global(r_{Hg}) em %, que mostra o deflúvio total de calha em relação ao deflúvio precipitado na bacia. Os ICVs estimam na bacia, do deflúvio precipitado sobre a mesma, o que se transformou em deflúvio superficial de calha fluvial (manancial de

abastecimento superficial), em deflúvio de base (manancial de abastecimento subterrâneo), além das perdas de água, e quanto maior for a produtividade subterrânea, melhor tende a ser a recarga do lençol freático (bacia hidrogeologia).

- Indicador de Produtividade Subterrânea (P_b) (em %): caracteriza o que choveu na bacia e que foi transformado em escoamento de base (água subterrâneo), dada pela equação 9 (OTTONI, 2009).

$$P_b = \frac{DB}{DPL} \times 100 \quad (9)$$

Onde: DPL é o deflúvio pluvial (em m³) originado da altura de chuva equivalente (média) na bacia; DB é o deflúvio (em m³) originado do escoamento de base da bacia (água subterrâneo).

- Indicador de Produtividade Superficial (P_s) (em %): caracteriza o que choveu na bacia e foi transformado em escoamento superficial de calha fluvial (água de calha fluvial), equação 10 (OTTONI, 2009).

$$P_s = \frac{DS}{DPL} \times 100 \quad (10)$$

Onde: DPL é o deflúvio pluvial (em m³) originado da altura de chuva equivalente (média) na bacia; DS (em m³) é o escoamento superficial da bacia (escoamento de calha fluvial).

- Coeficiente de Perda (D_n) (em %): as perdas d'água da bacia resultam principalmente da sua evapotranspiração, equação 11 (OTTONI, 2009).

$$D_n = \frac{(D_{PL} - D_T)}{D_{PL}} \times 100 \quad (11)$$

Onde: DPL é o deflúvio pluvial (em m³) originado da altura de chuva equivalente (média) na bacia; D_T é o deflúvio total (em m³) de calha fluvial na seção do Posto Fluviométrico (DS+DB).

- Rendimento hidrológico global (RH_g) (em %): mostra a proporção o volume de água precipitada na bacia que se transforma em recursos hídricos numa seção de calha fluvial considerada (Posto Fluviométrico), equação 17 (OTTONI, 2009).

$$RH_g = \frac{D_T}{DPL} \times 100 \quad (12)$$

Onde: DPL é o deflúvio pluvial (em m³) originado da altura de chuva equivalente (média) na bacia; D_T é o deflúvio total (em m³) de calha fluvial na seção do Posto Fluviométrico (DS+DB).

Conclui-se que, uma análise nos IRHs em uma bacia, onde se quer realizar investimentos econômicos para fins de utilizar a sua água útil (navegação fluvial, hidroenergia, produção de alimentos, abastecimento d'água) e gerar "benefícios financeiros tangíveis", atualmente é uma demanda do mercado, que, ao mesmo tempo que deseja o "mínimo de incertezas nos resultados", por outro lado "enxerga" o retorno (deste investimento) muito mais aprazível, do que aqueles tradicionais, do tipo "aplicação na bolsa de valores", dentre outras aplicações. Os IRHs podem também ser utilizados como ferramenta para gestão dos recursos hídricos da bacia.

Fazemos a seguir no "Estudo de Caso" uma aplicação dos conceitos vistos sucintamente na "Revisão Bibliográfica" e naqueles desenvolvidos no "Estado da Arte" do TFG, com suas aplicações em uma "Bacia Piloto", a do rio Araçuaí, com área de drenagem de 29.617 km², a mesma afluente pela margem direita do rio Jequitinhonha.

A metodologia utilizada nesse estudo é descrita na figura 2 abaixo.

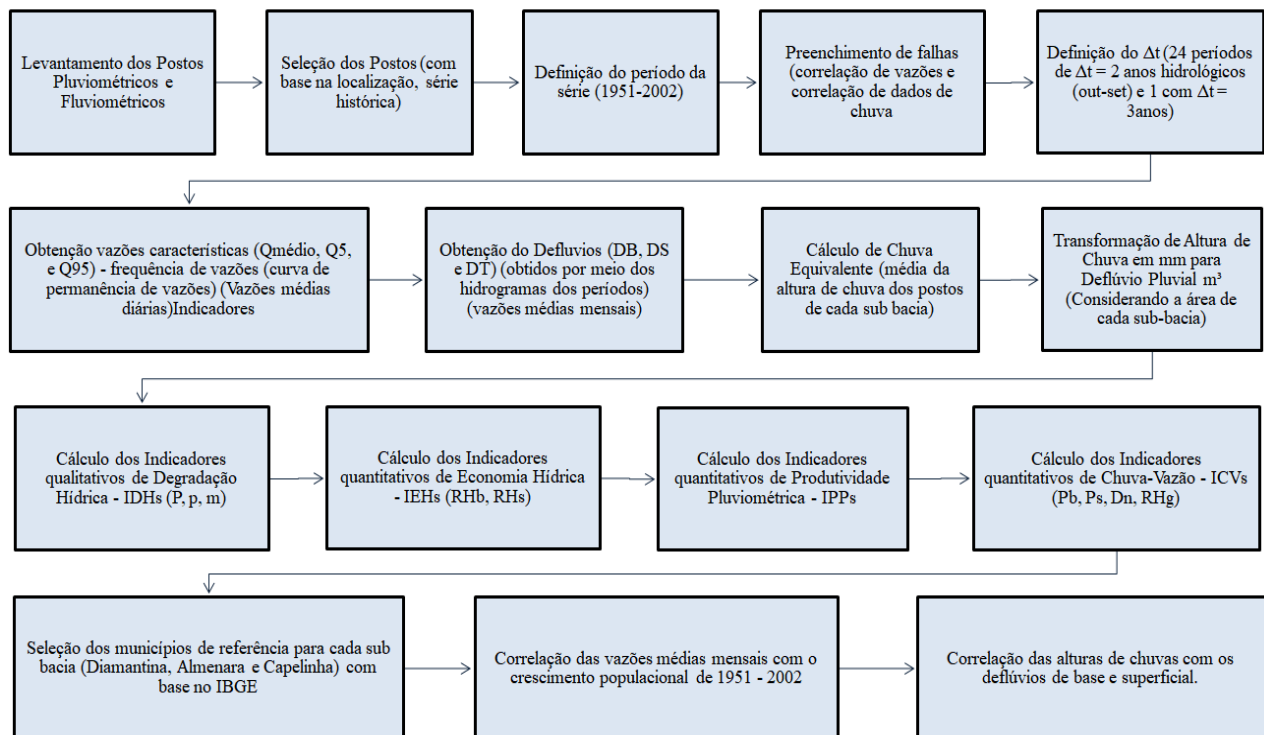


Figura 2: Fluxograma do método utilizado nesse estudo.
Fonte: Autor (2020).

RESULTADOS

Para os estudos (figuras 4 a 9) foram usados os dados hidro meteorológicos disponíveis no Portal HidroWeb. As informações de cada um dos Postos selecionados localizados na bacia do rio Jequitinhonha (figura 3) foram obtidos através da base de dados da Hidroweb – ANA, por meio do site do SNIRH, as quais são apresentadas na tabela 1. No Posto Fluviométrico selecionado no rio Araçuaí só foram usadas à série de vazões líquidas. Período da série de dados: 1951 à 2002.

Tabela 1: Informações dos postos fluviométricos e pluviométricos selecionados da bacia do rio Jequitinhonha

Código do Posto	Coordenadas		Sub-bacias	Postos
	Latitude	Longitude		
54390000	-16.86	-42.3483	Araçuaí	PFL3
1742008	-17.579	-42.995	Araçuaí	PL5
1642013	-16.86	-42.3475	Araçuaí	PL6

Fonte: HidroWeb ANA, 2020. PFL – Posto Fluviométrico, PL – Posto Pluviométrico.



Figura 3: Localização dos postos fluviométricos e pluviométricos selecionados usados no rio Araçuaí. Fonte: Autor (2020).

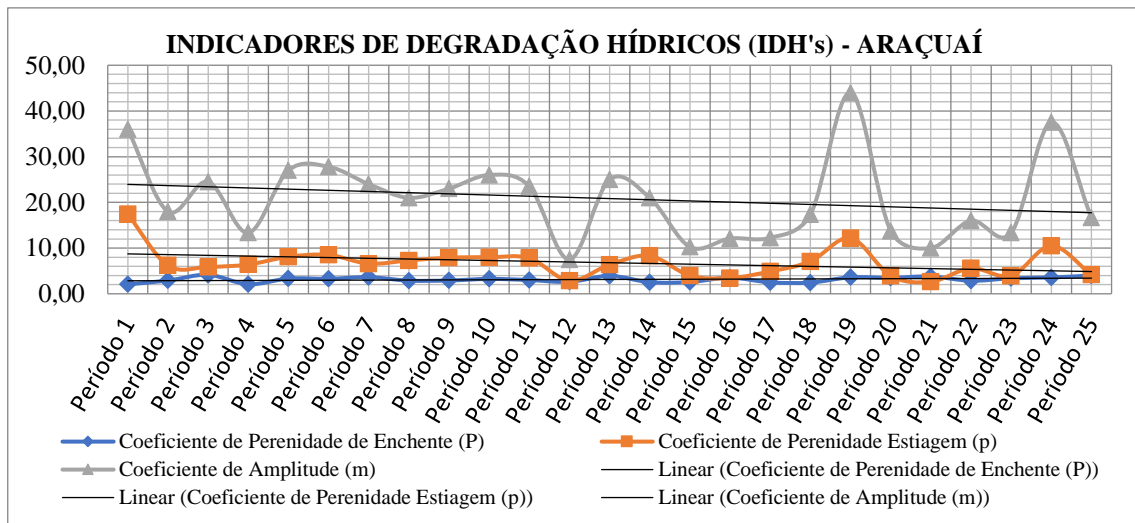


Figura 4: Indicador de Degradação Hídrica - IDHs da sub-bacia Araçuaí

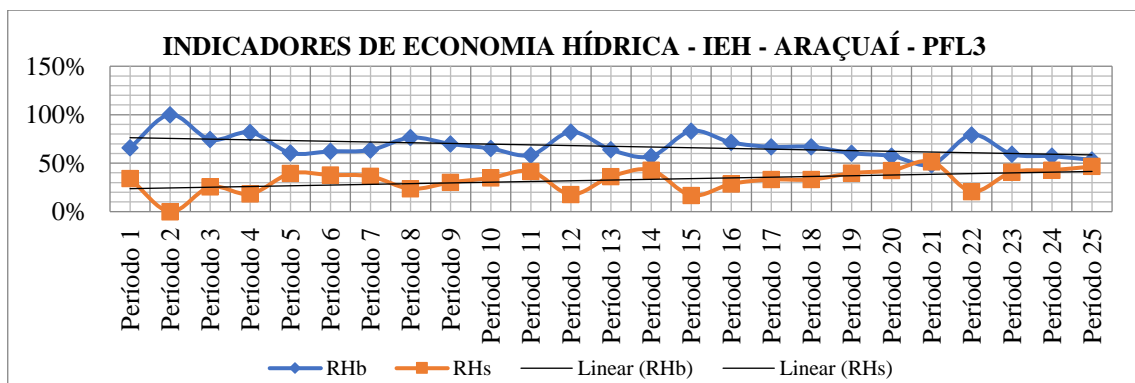


Figura 5: Indicador de Economia Hídrica - IEH da sub-bacia Araçuaí.

Fonte: Autor (2020).

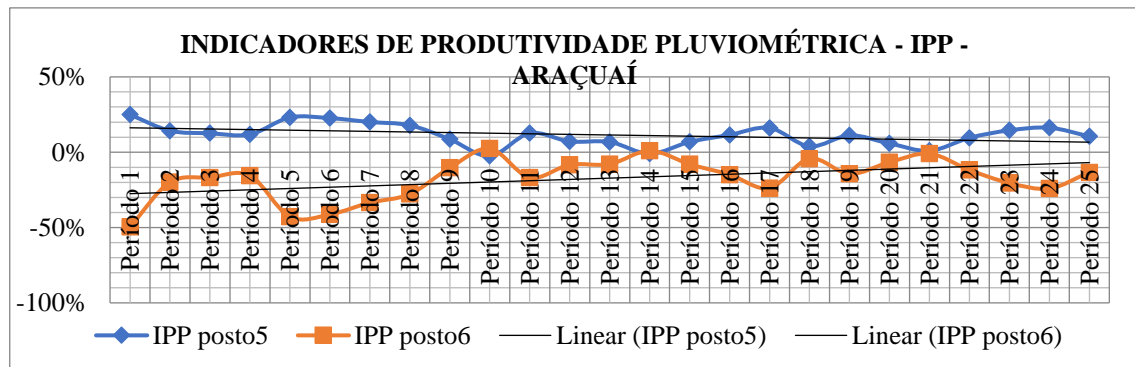


Figura 6: Indicador de Produtividade Pluviométrica - IPP da sub-bacia Araçuaí.

Fonte: Autor (2020).

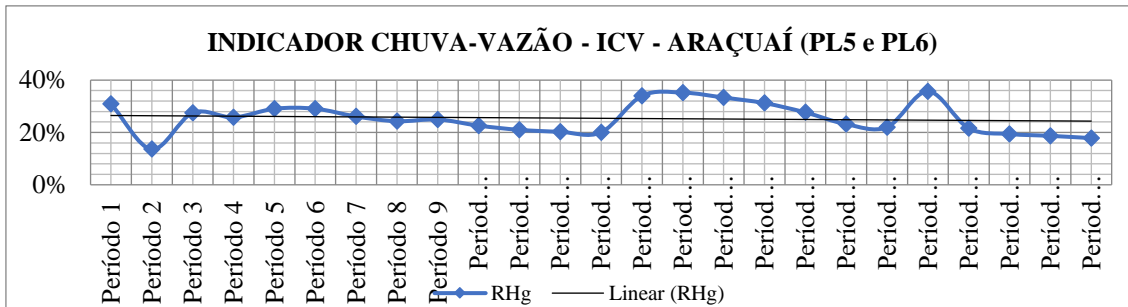


Figura 7: Indicador Chuva-Vazão - ICV da sub-bacia Araçuaí (RHg).

Fonte: Autor (2020).

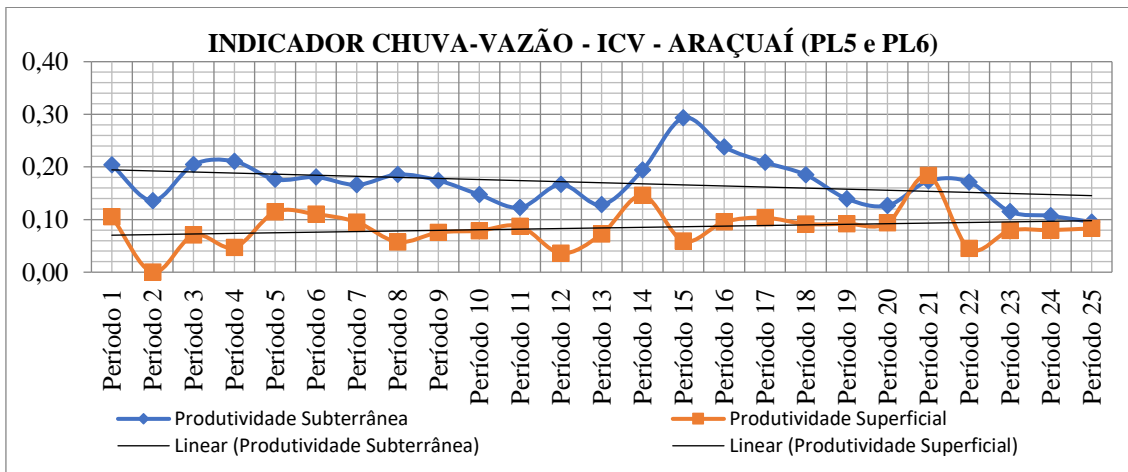


Figura 8: Indicador Chuva-Vazão - ICV da sub-bacia Araçuaí (PB e PS).

Fonte: Autor (2020).

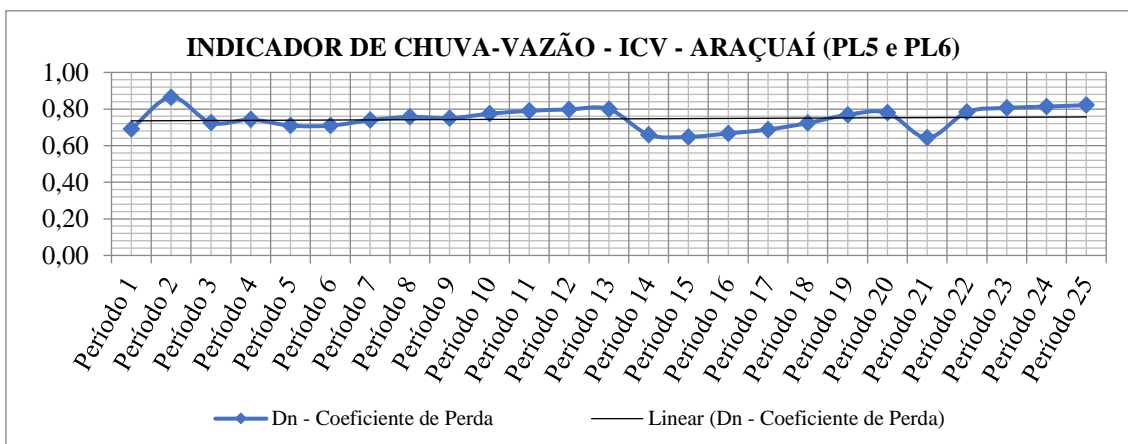


Figura 9: Indicador Chuva-Vazão - ICV da Sub Bacia Araçuaí (Dn).

Fonte: Autor (2020).

CONCLUSÃO

A partir de análise dos dados e informações no período global dos estudos (51 anos: 1951 a 2002) na sub bacia do Araçuaí, afluente do rio Jequitinhonha, conclui-se:

1- Analisando os resultados dos **Indicadores de Degradação Hídrica - IDH**, e considerando-se que para o padrão de Bacia Natural tais Coeficientes são próximos a unidade (1,000), no período estudado e pela figura 2 (equações 2 a 4), conclui-se que:

1.1- Em termos de **tendências “qualitativas” para escassez hídrica**, analisada pelo Coeficiente “p”, o qual “compara a vazão mínima em relação à média de cada período”, a sub bacia apresenta no período uma tendência $p=18$ para $p=5$, redução de $p=13$, decrescendo ao longo do tempo e mais se aproximando da unidade (1,000) de Bacia Natural. No projeto não foram analisadas intervenções de recuperação /revitalização, os quais justificam a melhora das disponibilidades hídricas da bacia.

1.2- Em termos de **tendências “qualitativas” para enchentes**, analisada pelo Coeficiente “P”, o qual “compara a vazão máxima em relação à média de cada período”, a sub bacia tem comportamento que mostra que tais fenômenos das enchentes são menos recorrentes e intensos, pois no período analisado $P \approx 2$ (constante), e, portanto, mais próximos da unidade (1,000);

1.3- Em termos de **tendências qualitativas para enchentes e/ou carências hídricas simultâneas**, analisada pelo Coeficiente “m”, o qual “compara as vazões máxima e mínima entre si em cada período”, verificou-se que no período as amplitudes no Araçuaí, que variaram de cerca de $36 \rightarrow 17$, com tendência a reduzir-se, sendo esta redução no período decorrente principalmente do coeficiente p, ou seja, mostrando que ao longo do tempo a escassez hídrica na bacia tende a reduzir-se. No projeto não foram analisadas intervenções de recuperação /revitalização, os quais justificam a melhora das disponibilidades hídricas da bacia.

2- Em relação aos **Indicadores de Economia Hídrica (IEHs)**, conforme Figura 3 (equações 5 e 6) , considerando que para o padrão de Bacia Natural tais Coeficientes têm que ser $75 \% \leq rh_b \leq 90\%$ e $10 \% \leq rh_s \leq 25\%$, analisando-se tais Coeficientes no período estudado, conclui-se que a sub bacia do rio Araçuaí apresenta redução do escoamento de base (água subterrânea) (cerca de 66 a 53 %), e aumento do superficial(cerca de 34 a 47 %), concluindo-se que a bacia mais se assemelha do ponto de vista hidrológico a Bacia Natural no início da série (1951).Pelos resultados, a sub bacia tende ao aumento do escoamento superficial e redução do de base.

3- Analisando as tendências dos **Indicadores de Produtividade Pluviométrica (IPP)** da bacia no período analisado, conforme Figuras 4 (equação 7 e 8), conclui-se que a distribuição do

regime de chuvas em relação a chuva média da bacia, no período analisado, na região de Posto PL 5, houve um decréscimo (piora) de cerca 25 % para 11 % (redução de 14 %), enquanto na região do Posto PL6 houve no período um acréscimo (melhora) de cerca de - 50 para - 10 % (aumento de +40 %), ou seja, os Coeficientes mostram que a região do Posto PL6 está tendendo a receber mais água da chuva do que no passado, ao contrário de PL5, que tende, na sua região, a receber menos água dos eventos de chuva.

4- Analisando as tendências dos resultados dos **Indicadores Chuva Vazão (ICV)** do período analisado, conforme Figuras 7 a 9 (equações 9 a 12), pode-se concluir:

4.1- A **Produtividade Subterrânea (Pb)** da bacia (**figura 8**) apresentou queda, de 0,2 (20 %) para 0,10 (10 %) (redução de 0,1, ou 10 %), demonstrando perdas de água subterrânea (recarga do lençol subterrâneo) da bacia em cerca de 10 %, a mesma com tendência de baixa ao longo do tempo;

4.2- A **Produtividade Superficial (Ps)** da bacia (**figura 8**) apresentou uma variação no período de 0,11 (11 %) para 0,09 (9 %) (redução de 0,02-2 %), com tendência para estabilidade;

4.3- Como mostra a **figura 8**, a partir dos resultados do período final analisado, os coeficientes Pb tendem a diminuir enquanto Ps a se estabilizar, indicando que Pb decresce para os anos subsequentes ao período analisado, indicando uma menor recarga do aquífero subterrâneo da bacia;

4.4- Para o **Rendimento Hidrológico Global (rh_g)** (**figura 7**), a bacia Araçuaí teve no período uma variação de 31 % a 18 %, indicando uma tendência na redução do regime de chuvas médias da bacia da ordem de 13%;

4.5- Em relação aos **Coeficientes de Perdas Hídricas (Dn)** (**figura 9**), as perdas médias da bacia por evapotranspiração local/regional (não medidas) no período variaram de 69 % a 82 %, aumento de 13 %, as mesmas possivelmente sendo influenciadas pela redução das chuvas médias sobre a bacia.

Ressaltamos que nas análises das disponibilidades hídricas propostas no presente projeto não foram analisados os usos consuntivos da água (irrigação, abastecimento d'água em geral), que, dependendo do nível de usos do solo e de urbanização da bacia, têm uma grande significância neste balanço hídrico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo teve por objetivo mostrar uma ferramenta para análise das disponibilidades hídricas em bacia hidrográficas, seja para tomadas de decisão econômica em bacias hidrográficas em investimentos de empreendimentos de "água útil", ou para as relacionadas a gestão dos recursos

hídricos, em especial em momentos em que as “crises hídricas” tendem a ser frequentes e mais intensas.

A análise dos IRHs deve ser feita em concomitância a outros indicadores, especialmente os de usos e ocupação do solo, como o PIB da bacia, dentre outros.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANA – Agência Nacional de Águas (Brasil). Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), Portal Hidroweb. Brasília, ANA, 2020. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>>. Acesso em: 19/10/2020.

OTTONI, Arthur B.. CURSO DE OTIMIZAÇÃO OPERACIONAL DE RESERVATÓRIOS – COORE, 2009. UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ.

DANIEL, Leticia Machado. ESTUDO DE INDICADORES DE RECURSOS HÍDRICO NA BACIA DO RIO JEQUITINHONHA. Itajubá/MG, 2020. Trabalho final de graduação na UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ.

PAZ, Adriano Rolim da. HIDROLOGIA APLICADA. 2004. Disponível em:<http://www.ct.ufpb.br/~adrianorpaz/artigos/apostila_HIDROLOGIA_APLICADA_UERGS.pdf> Acesso em 19/10/2020.

USO DE GEOPROCESSAMENTO NO PLANEJAMENTO TERRITORIAL VISANDO A CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS: ESTUDO DE CASO DE SANTA RITA DO SAPUCAÍ (MG)

| ID 19300 |

1Paula Sayeko Souza Oda, 2Débora Luisa Silva Teixeira, 3Alexandre Germano Marciano, 4Matheus David Guimarães Barbedo, 5Robson Barreto dos Passos, 6Nívea Adriana Dias Pons, 7Kleber Barcelar dos Santos

¹Universidade Federal de Itajubá, e-mail: psayeko@gmail.com; ²Universidade Federal de Itajubá, e-mail: deboralsteixeira@gmail.com; ³Universidade Federal de Itajubá, e-mail: agermano@unifei.edu.br; ⁴Universidade Federal de Itajubá, e-mail: matheusdgb@hotmail.com; ⁵Universidade Federal de Itajubá, e-mail: robsonpassos@unifei.edu.br; ⁶Universidade Federal de Itajubá, e-mail: npons@unifei.edu.br; ⁷Universidade Federal de Itajubá, e-mail: kbarcelarsantos@gmail.com

Palavras-chave: planejamento territorial; zoneamento urbano; recursos hídricos

Resumo

Na medida em que as alterações ambientais produzidas pelo homem vêm afetando diretamente a quantidade e qualidade da água, aumenta-se a relevância de classificações do território segundo sua capacidade de uso, a fim de proporcionar um desenvolvimento mais sustentável e garantir a preservação dos recursos hídricos. Nesse contexto, o presente estudo tem por objetivo levantar áreas aptas à instalação de empreendimentos e aterro sanitário com o auxílio de SIG e de análise multicritério, tendo como estudo de caso o município de Santa Rita do Sapucaí (MG). Foram obtidos, então, mapas com as classes de aptidão por meio da ponderação das variáveis do meio físico-biótico do município de Santa Rita do Sapucaí (MG). As áreas de alta aptidão para instalação de aterros sanitários correspondem a 35,19% (121,94 km²) do território municipal, se encontrando distantes do centro urbano e com menor risco de contaminação de águas superficiais por estarem afastadas dos cursos d'água. Já as áreas de alta aptidão para a instalação de indústrias correspondem a uma área de 8,81 km², localizadas nas proximidades ao centro urbano e rodovias, o que possibilita uma melhor locomoção dos funcionários e escoamento da produção. O Processo

Análítico Hierárquico (AHP) aliado ao uso de SIG mostrou-se uma ferramenta eficiente na investigação de áreas de maior aptidão à instalação de empreendimentos e aterros. Os resultados aqui obtidos poderão servir de subsídio para o poder público local no planejamento territorial, promovendo um desenvolvimento sustentável e reduzindo futuros danos ambientais.

Introdução

As alterações ambientais produzidas pelo homem, sobretudo diante do rápido processo de urbanização, têm sido responsáveis por diversos impactos sobre os recursos hídricos, afetando diretamente a quantidade e a qualidade da água (MITCHELL et al., 2015; ROSA et al., 2017). Em muitas regiões do país, associados ao processo de urbanização, surgem problemas socioambientais, como a falta de saneamento básico e a contaminação de águas superficiais e subterrâneas, evidenciando a necessidade de integração entre o planejamento de uso e ocupação do solo e da gestão dos recursos hídricos (PEIXOTO et al., 2016; FABRO NETO; SOUZA, 2017; GRANGEIRO et al., 2020).

Nesse sentido, a classificação do território conforme sua capacidade de suporte ao uso e ocupação proporciona um desenvolvimento mais sustentável e um aumento na qualidade de vida por meio da harmonização dos interesses econômicos, sociais e ambientais (RUFFATO-FERREIRA et al., 2018). Dentre os instrumentos que auxiliam na formulação de políticas e estratégias que podem ser implementadas para o melhor desenvolvimento de um território encontra-se o zoneamento ambiental (MANFRÉ, 2013; MONTAÑO; SOUZA, 2016). Silva e Santos (2011) pontuam que o zoneamento não se define apenas na localização e classificação dos atributos de um território, mas deve ser entendido como a integração de análises dinâmicas e a regionalização de atributos importantes, podendo, assim, orientar a revisão e/ou a formulação de políticas de desenvolvimento que envolvem a conservação e o manejo integrado de recursos naturais.

Nos últimos anos, muitos trabalhos envolvendo zoneamento ambiental têm utilizado análises multicritério integrado ao Sistema de Informação Geográfica (SIG) na seleção de locais adequados para determinados fins, como a instalação de aterros sanitários e indústrias (MONTAÑO; SOUZA, 2016; POAGUE et al., 2018; CARVALHO et al., 2019; PORATH, 2019; ALVES et al., 2020). Segundo Pimenta et al. (2019), esse uso integrado fornece procedimentos de solução mais eficientes, uma vez que a seleção desses locais pode ser feita de forma mais abrangente e envolvendo um amplo conjunto de alternativas e informações georreferenciadas.

Em um estudo no município de Mirandópolis-SP, Carvalho et al. (2019) utilizaram o Processo Análítico Hierárquico (AHP) no ambiente do software SPRING para levantar locais aptos a

implantação de aterros sanitários, incorporando variáveis como uso do solo, declividade, presença de poços de abastecimento público, distância do centro gerador e de rodovias. Os autores verificaram que menos de 40% da área total do município é apta para a instalação de aterro sanitário, apontando que a principal vantagem da abordagem adotada é ter sua base em dados digitais disponíveis e de fácil acesso público. Porath (2019), por sua vez, empregou a metodologia AHP em conjunto do software ArcGIS para a geração de um mapa de aptidão para implementação de zonas industriais no município de Biguaçu-SC. O autor levou em consideração fatores como densidade populacional, distância de áreas de preservação permanente (APP) de rios, tipos de solo, declividade, entre outros, e ressaltou a necessidade dos gestores em ter acesso a elementos técnicos consistentes que os subsidie na tomada de decisão.

Visando uma abordagem que possibilite associar o planejamento territorial à preservação dos cursos d'água, o presente estudo tem por objetivo levantar áreas aptas à instalação de empreendimentos e aterro sanitário com o auxílio de SIG e de análise multicritério, tendo como estudo de caso o município de Santa Rita do Sapucaí (MG). O município não possui aterro sanitário próprio, fazendo parte de um consórcio que destina resíduos para um aterro localizado em Itajubá-MG e é um local atrativo para a instalação de indústrias, tendo em vista que possui uma economia dinâmica e é um polo da área de eletroeletrônica (BOTELHO et al., 2013; SANTA RITA DO SAPUCAÍ, 2019). Além de servir de base para estudos semelhantes em outros municípios do Sul de Minas Gerais que apresentam características geográficas e de expansão urbana similares, o presente trabalho poderá fomentar políticas de ordenamento territorial no município.

Materiais e Métodos

Santa Rita do Sapucaí está localizada na mesorregião Sul do estado de Minas Gerais, possui extensão territorial de aproximadamente 352,97 km² (Figura 1) e está inserido no domínio da Mata Atlântica, com vegetação ombrófila mista, típica de altitudes elevadas (IBGE, 2004). O município abriga uma população estimada de 43.753 habitantes (IBGE, 2020), além de deter o título de "Vale da Eletrônica", em referência ao Vale do Silício nos EUA (BOTELHO et al., 2013).

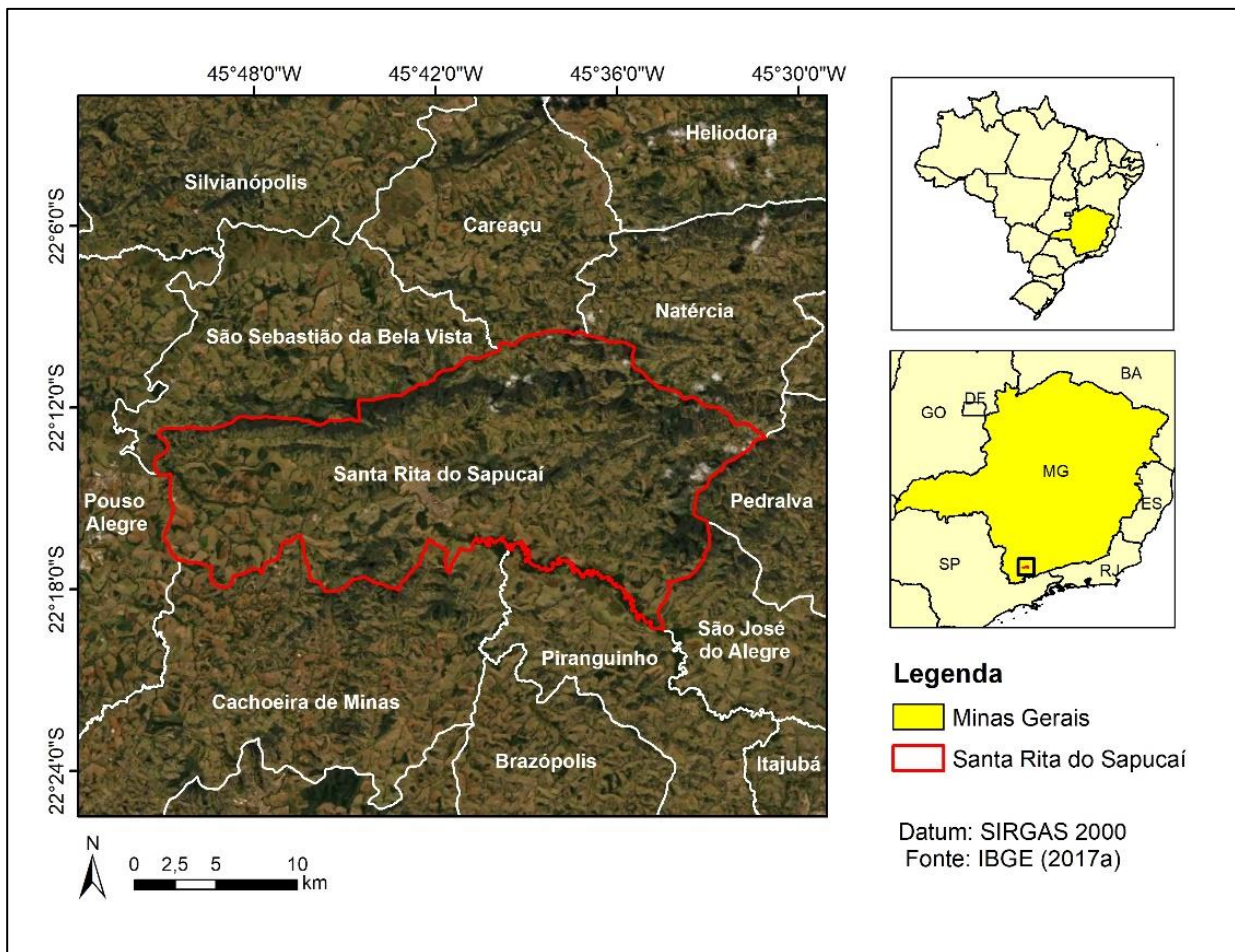


Figura 1: Mapa de localização do município de Santa Rita do Sapucaí, Minas Gerais.

Sendo assim, a fim de se alcançar o objetivo do presente estudo foram elaborados dois mapas temáticos: I) Mapa de aptidão para instalação de aterro sanitário e II) Mapa de aptidão para instalação de indústrias, ambos através da técnica AHP que consiste na tomada de decisões utilizando critérios espaciais (PIMENTA et al., 2019). Nesse tipo de análise, as informações espaciais levantadas passam por um processo de avaliação no qual são atribuídos pesos e valores, podendo ser consideradas, ainda, algumas classes com uso restrito onde não são recomendadas a implantação de aterros e indústrias. Por exemplo, é indicado que aterros e empreendimentos não sejam construídos próximos a cursos d'água, de forma a diminuir os riscos de contaminação. Dessa forma, foi estabelecida uma área de restrição de 100 m, que respeita as distâncias estabelecidas no Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.727/12). Também é recomendado, uma distância mínima de rodovias a fim de se evitar impactos ambientais, como ruídos, odores e modificação da paisagem na região. No entanto, é necessário ressaltar que maiores distâncias implicam em maiores custos de transporte. Assim sendo, foi estabelecida uma distância de 100 metros de restrição, que respeita ainda a faixa

não edificável contígua às faixas de domínio público de rodovias (Lei nº 13.913/19). Cria-se, portanto, uma hierarquia na qual se prioriza as classes que detêm o maior peso e significância, levando a uma tomada de decisão de forma mais consistente e coerente (FRANCO et al., 2013; SANTOS; CRUZ, 2013). Outro fator importante é a declividade, sendo inclusive um fator de tomada de decisão para a aprovação de ocupação de áreas urbanas e instalação de empreendimentos (BITAR et al., 2012). A Lei Federal nº 6.766/1979 não permite o parcelamento do solo em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (equivalente a 17°), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes (BRASIL, 1979). Já as áreas com declividade superior a 25° (47 %), é permitido apenas o manejo florestal sustentável e o exercício das atividades agrossilvipastoris (BRASIL, 2012). Um resumo dos procedimentos metodológicos está representado na Figura 2.

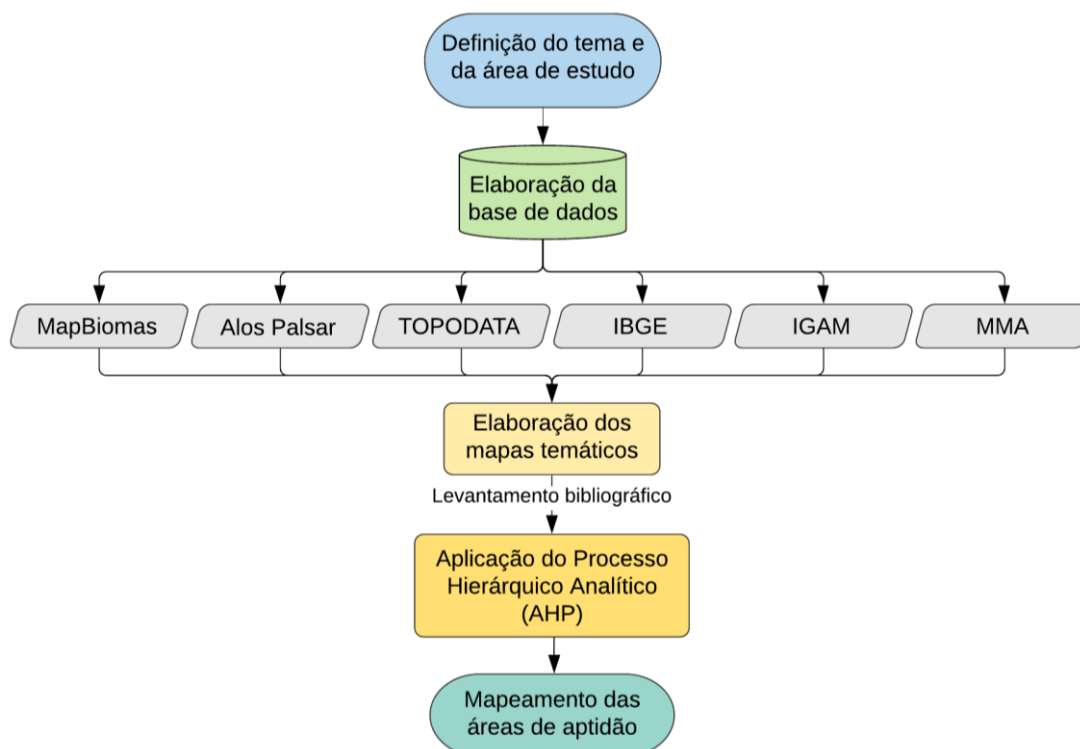


Figura 2: Esquema metodológico adotado no trabalho.

A base de dados geográficos contou com os principais indicadores físico-territoriais do município de Santa Rita do Sapucaí. Para a constituição desse conjunto de dados foram necessárias as informações de:

1. Uso e cobertura do solo, disponibilizado pelo Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MapBiomias) referente ao ano de 2018 (MAPBIOMAS, 2018);

2. Modelo Digital de Elevação - MDE com resolução de 12,5 m obtido pelo radar *Phased Array L-band SAR* - PALSAR do satélite *Advanced Land Observing Satellite* - ALOS e disponibilizado pelo *Alaska Satellite Facility* (ASF, 2011);
3. Pedologia (escala 1:250.000) derivado do Mapeamento de Recursos Naturais do Brasil realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019);
4. Sistema de transporte do Brasil (escala 1:250.000) disponibilizado pelo IBGE (IBGE, 2017a);
5. Drenagem de Minas Gerais Ottocodificada (escala variável entre 1:50.000 e 1:100.000) disponibilizada pelo Instituto de Gestão das Águas de Minas Gerais (IGAM, 2010);
6. Malhas digitais de limites municipal e estadual de Minas Gerais disponibilizadas pelo IBGE (IBGE, 2017b);
7. Limite da Reserva Biológica Municipal da Serra de Santa Mítzi Brandão disponível no Relatório Parametrizado do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) (MMA, 2014).

Estes dados foram utilizados na elaboração dos mapas temáticos de: uso e ocupação do solo, declividade e pedologia, bem como mapas de distâncias de cursos d'água (rios, córregos e ribeirões), de rodovias e do centro urbano que foram desenvolvidos através da ferramenta "*Euclidean Distance*" do ArcGIS® (v.10.3). Por fim, para a aplicação da metodologia AHP foi utilizada a ferramenta *Weighted Overlay* do ArcGIS® (v.10.3) que realiza o uso do cálculo da média ponderada dos fatores geofísicos locais segundo sua pertinência para o tema. Sendo assim, a partir de uma revisão da literatura, foram atribuídos pesos de 1 a 9 (Tabelas 1 e 2) - onde 9 indica maior aptidão ou maior influência negativa na suscetibilidade e 1 indica menor aptidão ou menor influência negativa na suscetibilidade. Além disso, áreas inaptas ao uso sustentável foram consideradas como restritas. E assim foram elaborados os mapas temáticos.

Condicionantes técnicos

Na perspectiva de uso e cobertura do solo (Figura 3a), de forma geral, mais de 50% da área do município é utilizada como pastagem (176,52 km²).

Já os mosaicos de agricultura e pastagem ocupam parte significativa do município (86,76 km²) e se referem às áreas em que a presença de atividade agrícolas e pecuárias são muito próximas. No setor leste do município, destacam-se as áreas destinadas à produção agrícola (13,58 km²), enquanto nas regiões as margens do Rio Sapucaí e na divisa da cidade com São Sebastião da Bela Vista verificou-se a presença de formações florestais (61,01 km²), formando a mata ciliar, onde se localiza uma das formações florestais de maior importância para o município: a Reserva Biológica Municipal

da Serra de Santa Rita Mítzi Brandão. A reserva foi criada por meio da Lei Federal nº 4.771/65 e da Lei Municipal nº 1.096/80 com o objetivo de proporcionar lazer a população local e para a realização de estudos científicos, além disso a reserva tem a finalidade de proteger mananciais e fornecer recursos hídricos para a captação e abastecimento de água do município (SANTA RITA DO SAPUCAÍ, 2019).

Santa Rita do Sapucaí possui 6,72 km² de áreas construídas, especialmente na região central onde se situa a área urbana do município. Outras classes de uso e ocupação que podem ser encontradas no município com menor área (4,03 km²) são: afloramento rochoso, floresta plantada, e lagos.

Santa Rita do Sapucaí possui três tipos de solo: latossolo, neossolo e argissolo, como pode ser verificado na Figura 3b. Grande parte do território é coberto por argissolos, tipo de solo muito comum no território brasileiro e que está associado a diferentes materiais de origem, desde rochas cristalinas a sedimentares (ANTUNES et al., 2013). Os latossolos (segundo solo predominante no município) são solos muito intemperizados, profundos e de boa drenagem (IBGE, 2007). Por fim, os neossolos possuem origem fluvial, sendo a sua ocorrência restrita às margens dos cursos de água, lagoas e planícies costeiras, onde geralmente ocupam pequenas porções das várzeas (ANTUNES et al., 2013). As informações referentes a pedologia são aspectos fundamentais a serem considerados no planejamento urbano. Grandes obras, como por exemplo, a instalação de indústrias de grande porte, requerem uma grande estabilidade do solo, justamente por contribuírem para a suscetibilidade do solo a erosão (MONTAÑO, 2002), outro aspecto considerado neste trabalho. Para se obter o mapa de suscetibilidade a erosão, foi aplicada a matriz AHP, levando-se em consideração somente dois fatores: a declividade do terreno e o tipo de solo, conforme metodologia proposta por Montañó (2002).

Em relação à declividade, o território de Santa Rita do Sapucaí apresenta 32,27% de seu relevo com 8 a 20 % de declividade e 37,59 % com declividades entre 20 e 45%, assim, possui 242 km² de área com relevos ondulados e fortemente ondulados (Figura 3c). Especificamente nas regiões de planície fluvial, próximas ao Rio Sapucaí, há a predominância de relevos de 3 a 8 % de declividade. Já, os mapas de distâncias foram elaborados levando-se em consideração a contaminação do solo em áreas urbanas (Figura 3e) e de corpos d'água (Figura 3d) e a logística de transporte de resíduos (Figura 3f).

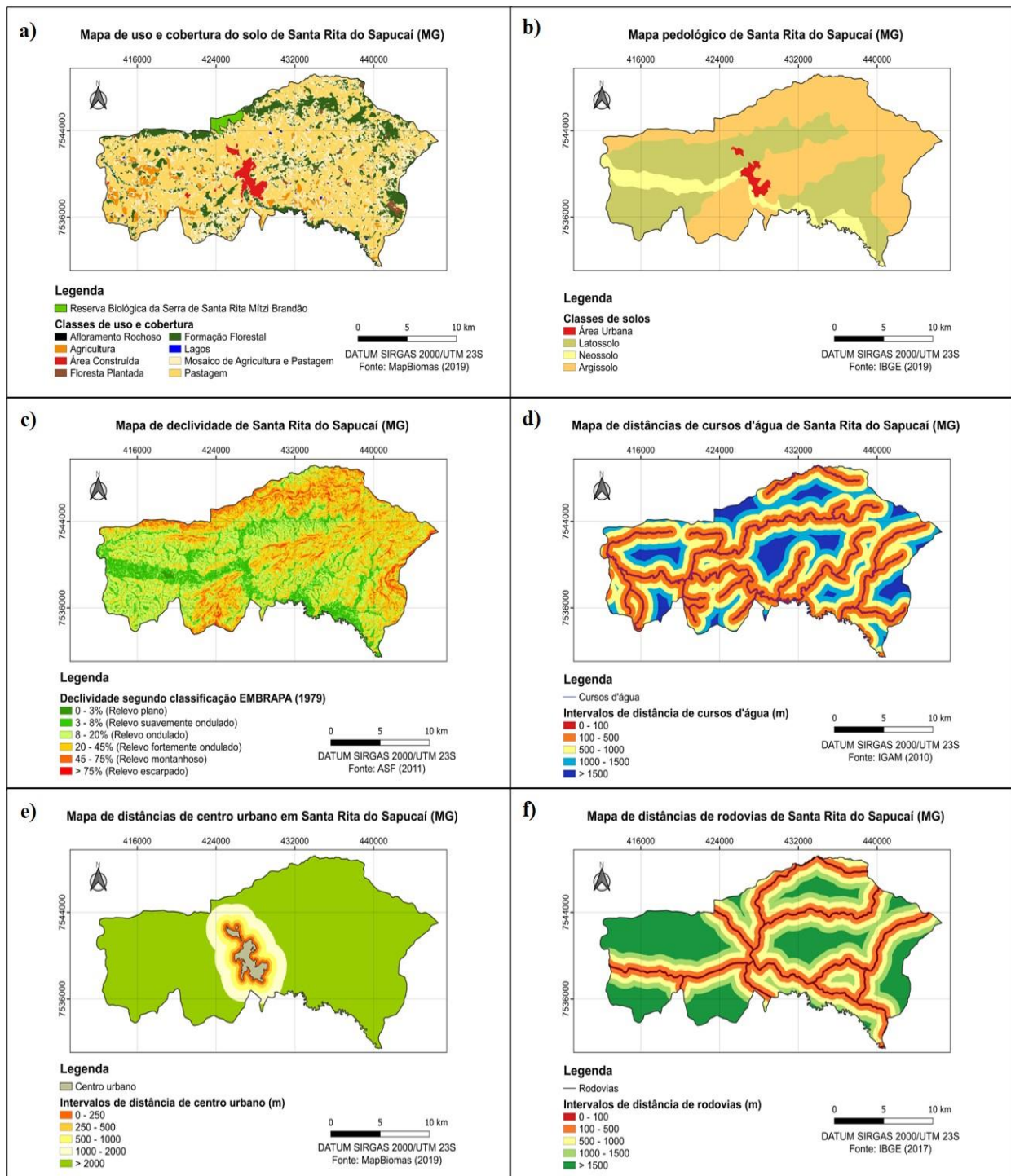


Figura 3: Mapas temáticos elaborados como suporta a aplicação da matriz AHP: a) Mapa de uso e cobertura do solo; b) Mapa pedológico; c) Mapa de declividade; d) Mapa de distâncias de cursos d'água; e) Mapa de distâncias de centro urbano e f) Mapa de distâncias de rodovias.

Mapa de aptidão para instalação de aterro sanitário

Segundo Monteiro et al. (2001), os parâmetros para a seleção de áreas para instalação de aterro sanitários são divididos em três grandes grupos: técnicos, econômico-financeiros e político-sociais. Quando se trata de um aterro sanitário é possível assumir que a combinação de fatores como conformação do relevo, tipos de solos, recursos hídricos, entre outros, determinam a aptidão do ambiente em acomodar certas atividades humanas de forma que os impactos dessas atividades não ultrapassem os níveis aceitos pela sociedade e/ou impostos pela legislação (MONTAÑO et al., 2012).

Tabela 1: Ponderação de uso e ocupação do solo, distância de rodovias, centros urbanos e cursos d'água, declividade e pedologia, concernente a aptidão para instalação de aterro sanitário.

Pesos	Uso e ocupação do solo	Declividade	Pedologia	Distância de rodovias	Distância de centros urbanos	Distância de cursos d'água
1	Floresta Plantada	20 - 45 %	-	-	1 - 250 m	-
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	Neossolo	100 - 500 m	250 - 500 m	100 - 500 m
4	-	-	-	-	500 - 1000 m	500 - 1000 m
5	Agricultura	8 - 20 %	Latossolo	500 - 1000 m	-	-
6	Mosaico de agricultura e pastagem	-	-	-	-	-
7	-	-	-	1000 - 1500 m	-	-
8	-	3 - 8 %	-	-	1000 - 1500 m	-
9	Pastagem	0 - 3 %	Argissolo	> 1500 m	> 1500 m	> 1500 m
Restrito	Formação florestal; Área construída; Afloramento Rochoso; e Lagos	> 45 %	Área urbana	1 - 100 m	Área urbana	1 - 100 m

Por questões logísticas, também é necessário se considerar a existência de infraestrutura de transporte ou proximidade de centros urbanos a fim de se restringir a aptidão de uma área para tal atividade. Dessa forma, foram considerados os seguintes aspectos: uso e ocupação do solo, declividade, tipos de solo, distância de rodovias, distância de centros urbanos e distância de cursos d'água. Os pesos atribuídos a cada classe das variáveis (Tabela 1) foram adaptados dos estudos de Monteiro et al. (2001) e Montaña et al. (2012).

Cabe ressaltar, que áreas como a Reserva Biológica da Serra de Santa Rita Mitzi Brandão, centros urbanos já consolidados, regiões que continham distâncias menores de 100 m de cursos

d'água e rodovias e que possuíam declividades superiores a 45% ou afloramentos rochosos e formação florestal não foram levados em consideração na ponderação, sendo designadas como uso restrito.

Mapa de aptidão para instalação de indústrias

Para a elaboração do mapa de aptidão para a instalação de atividades industriais foram levados em consideração os seguintes critérios: suscetibilidade a erosão, uso e ocupação do solo, distância do centro urbano, distância de rodovias e declividade. Foram definidas como áreas restritas as que se situavam a uma distância de até 100 m da rodovia, a partir desses 100 m, as áreas mais próximas às rodovias foram consideradas mais aptas enquanto as mais distantes foram consideradas menos aptas. O mapa de uso e ocupação do solo apresenta 9 classes, destas foram consideradas como restritas: formações florestais (em especial a área da Reserva Biológica do município), área urbana, afloramentos rochosos, rios e lagos.

Tabela 2: Ponderação de suscetibilidade a erosão, uso e ocupação do solo, distância de rodovias, centros urbanos e cursos d'água e declividade, concernente a aptidão para instalação de indústrias.

Pesos	Suscetibilidade à erosão	Uso e ocupação do solo	Distância do centro urbano	Distância dos corpos d'água	Distância de rodovias	Declividade
1	Alta	Floresta plantada	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	100 - 500 m	-	-
4	Média	-	-	-	-	20 - 45 %
5	-	-	> 2000 m	-	> 1500 m	-
6	-	-	1000 - 2000 m	-	1000 - 1500 m	-
7	-	-	500 - 1000 m	500 - 1000 m	500 - 1000 m	8 - 20 %
8	-	Agricultura; e Mosaico agricultura e pastagem	250 - 500 m	1000 - 1500 m	-	3 - 8 %
9	Baixa	Pastagem	0 - 250 m	> 1500 m	100 - 500 m	0 - 3 %
Restrito	-	Formação florestal; Área urbana; Afloramento rochoso; e Lagos	Área urbana	0 - 100	1 - 100 m	> 45 %

Resultados e Discussão

Mapa de aptidão para instalação de aterro sanitário

Através da ponderação estabelecida (Tabela 1), obteve-se o mapa de aptidão para instalação de aterro sanitário apresentado na Figura 4. Os níveis de aptidão puderam ser agrupados em quatro classes: restrita, baixa, média e alta.

A área restrita compreende aproximadamente 36,91% (127,89 km²) do território municipal, contendo áreas que não podem ser utilizados como aterro sanitário devido a questões técnicas, sociais ou de aspecto legal. As áreas de baixa aptidão representam 3,52% (12,18 km²) das áreas do município e são áreas muito próximas ao centro urbano ou a cursos d'água e rodovias.

As áreas de média aptidão apresentam menor proximidade dos cursos d'água e rodovias e constituem 24,38% (84,47 km²) das áreas de Santa Rita do Sapucaí. Estas são favorecidas por uma distância intermediária de rodovias, o que facilitaria o transporte dos resíduos até o aterro, seu uso deve ser avaliado através de estudos de impacto ambiental.

Por fim, as áreas de alta aptidão correspondem a 35,19% (121,94 km²) do território do município, representando áreas mais distantes do centro urbano e com menor risco de contaminação em relação a recursos hídricos. Em sua maioria, são áreas com o relevo ondulado ou suavemente ondulado, apresentando maior viabilidade para a construção do aterro. Para a escolha da área de implantação, dentre essas áreas, pode-se priorizar a proximidade com rodovias e áreas não muito distantes do centro urbano, e assim evitar que os custos com transporte sejam excessivos.

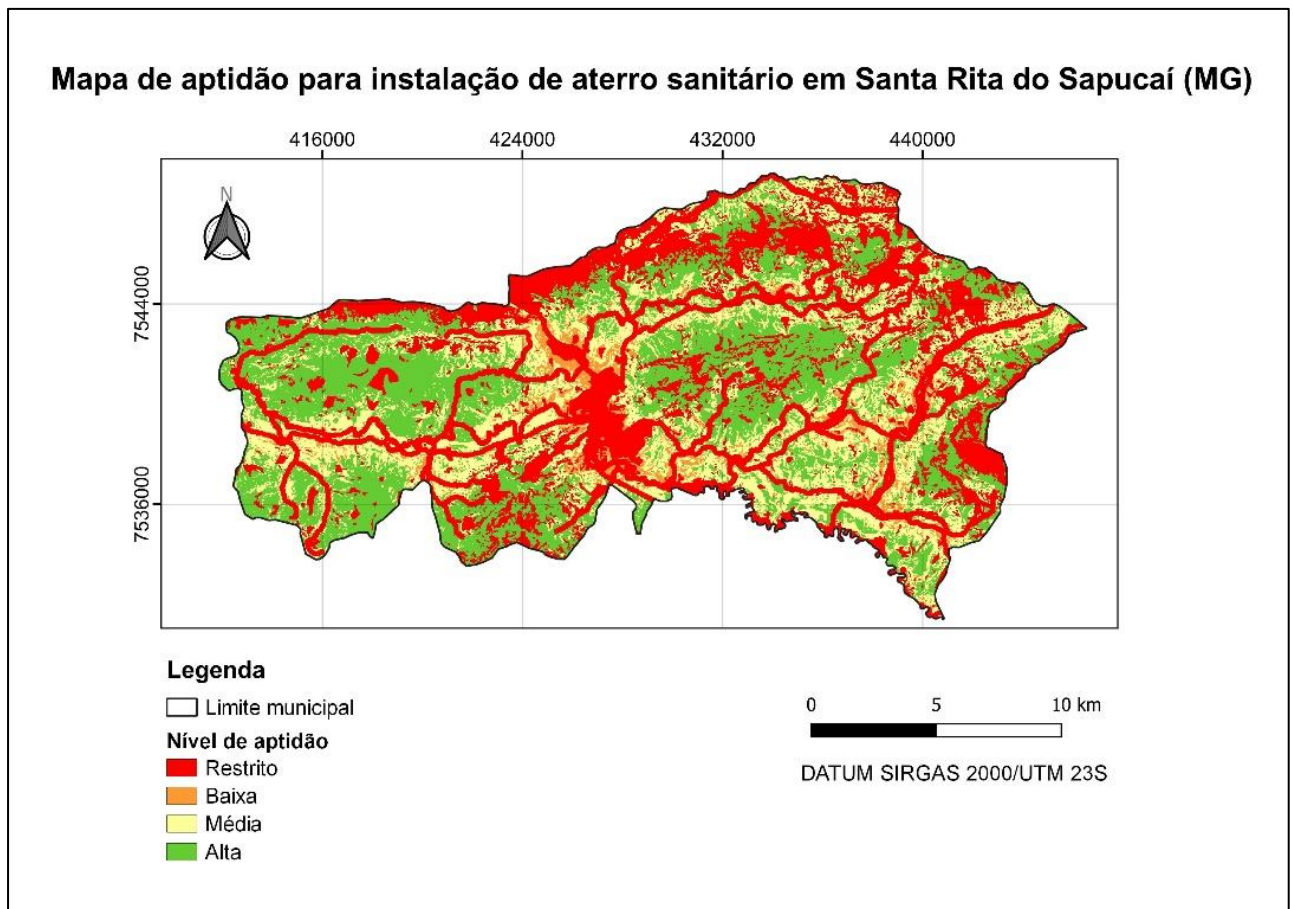


Figura 4: Mapa de aptidão para instalação de aterro sanitário em Santa Rita do Sapucaí, Minas Gerais.

Mapa de aptidão para instalação de indústrias

Após a aplicação da matriz AHP com os critérios apresentados na Tabela 2, foi obtido o mapa de aptidão para a instalação de indústrias no município de Santa Rita do Sapucaí (MG) (Figura 5). Os resultados novamente puderam ser agrupados em 4 classes: restrita, baixa, média e alta.

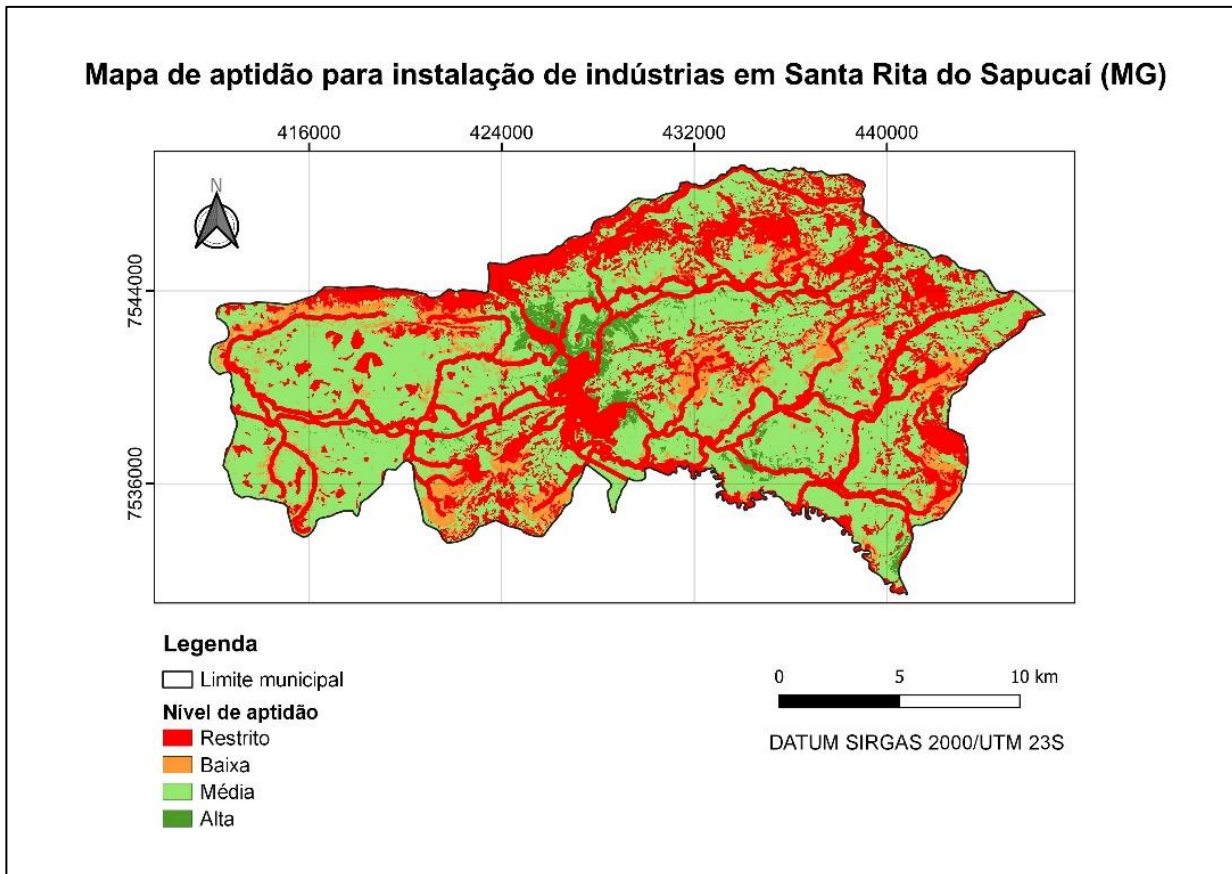


Figura 5: Mapa de aptidão para instalação de indústrias em Santa Rita do Sapucaí, Minas Gerais.

As áreas restritas são aquelas que não podem receber a instalação de indústrias, nesse caso se consideram os aspectos legais definidos a partir do Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012). Para o município de Santa Rita do Sapucaí as áreas restritas correspondem à 127,46 km².

As áreas com baixa aptidão (25,78 km²) são áreas mais distantes dos centros urbanos e rodovias ou que são mais próximas aos corpos hídricos e possuem terrenos mais íngremes. A ponderação resultou em 184,48 km² de áreas de média aptidão, se referindo a locais com localização intermediária em relação aos centros urbanos e rodovias e que, portanto, precisam de algumas adaptações para facilitar o acesso. E, por fim, tem-se as áreas com alta aptidão, que correspondem em 8,81 km² do município. Essas são as melhores localidades possíveis, tendo em vista a proximidade em relação ao centro urbano e rodovias, o que possibilita uma melhor locomoção dos funcionários e escoamento da produção, além de possuírem relevo plano ou levemente ondulado, o que facilita a preparação do terreno para a construção dos empreendimentos.

Considerações Finais

O presente estudo teve como objetivo a espacialização de áreas de aptidão à implantação de aterros sanitários e indústrias. A aplicação do Processo Hierárquico Analítico em ambiente SIG permitiu a criação de mapas com as classes aptidão por meio da ponderação das variáveis do meio físico-biótico do município de Santa Rita do Sapucaí (MG).

Para a aptidão de instalação de aterros sanitários, verificou-se que as áreas mais aptas estão localizadas distantes do centro urbano e de cursos d'água, diminuindo as chances de contaminação desses recursos hídricos e de que odores cheguem até a população. As áreas de maior aptidão para a instalação de indústrias, por sua vez, estão situadas próximas ao centro urbano e as rodovias, favorecendo a locomoção dos funcionários e o escoamento da produção. Tendo em vista os resultados mencionados, pode-se inferir que a aplicação do Processo Hierárquico Analítico em ambiente SIG e a ponderação realizada mostraram-se uma metodologia eficiente na investigação de áreas de maior aptidão à instalação de empreendimentos e aterros sanitários. Os resultados aqui obtidos poderão, portanto, servir de subsídio para o poder público local no planejamento territorial, promovendo um desenvolvimento sustentável e reduzindo futuros danos ambientais, especialmente a poluição do solo e dos cursos d'água.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES e a UNIFEI pelo auxílio financeiro.

Referências Bibliográficas

- Alves, N. F.; Silva, C. R.; Almeida, M. R. R. 2020. Use of Geotechnologies and AHP in the Identification of Areas Owing the Implantation of Sanitary Land. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 43, n. 1, p. 218-227.
- Antunes, F.; Campos, T. M. P.; Polivanov, H.; Calderano, S. B.; Andade, A. G. 2013. Desenvolvimento de classes e unidades geo-pedológicas a partir da interação entre a pedologia e a geotecnia. Revista Luso-Brasileira de Geotecnia, n. 127, p.61-79.
- ASF. Alaska Satellite Facility. Hi-Res Terrain Corrected. 2011. Disponível em: <https://search.asf.alaska.edu/#/>. Acesso em: 15 maio 2021.
- Bitar, O.; Freitas, C.; Ferreira, A., 2012. Classificação da declividade para fins de normalização geotécnica em planejamento urbano: estudos em áreas de domínio pré-cambriano na região sudeste. In: Congresso Brasileiro de Geologia. 2012. (Comunicação Técnica n. 171029). Santos: Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT.
- Botelho, M.; Oliveira, O.; De Castro, M., 2013. Cooperação e inovação--uma análise evolutiva para empresas de eletroeletrônicos do arranjo produtivo de Santa Rita do Sapucaí (MG). Revista de Economia e Administração, São Paulo, v. 12.

Brasil. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico, altera a Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, a Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e a Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Diário Oficial da União, Brasília, 08 janeiro 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 07 jul. 2020.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo código florestal brasileiro e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 25 maio 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 29 maio 2021.

Brasil. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 dez.1979. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6766.htm. Acesso em: 01 maio 2021.

Carvalho, M.; Giovanini Junior, N.; Lollo, J.; Lima, C., 2019. Uso de geotecnologias na seleção de áreas para implantação de aterros sanitários: abordagem composta aplicada ao município de Mirandópolis, SP. **Geociências**: Unesp, v. 83, n. 03, p. 717-729.

Fabbro Neto, F.; Souza, M., 2017. Leitura integrada da gestão dos recursos hídricos com o uso do solo em Caraguatatuba (SP). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 5, p. 853-862.

Franco, R.; Hernandez, F.; Moraes, J., 2013. O uso da análise multicritério para a definição de áreas prioritárias a restauração de Área de Preservação Permanente (APP), no noroeste paulista. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 16., 2013, Foz do Iguaçu-PR. Anais [...]. Foz do Iguaçu, PR: INPE.

Grangeiro, E.; Pinheiro, M.; Miranda, L., 2020. Integração de políticas públicas no Brasil: o caso dos setores de recursos hídricos, urbano e saneamento. **Cadernos MetrÓpole**, [S.L.], v. 22, n. 48, p. 417-434.

IBGE. Base Cartográfica Contínua do Brasil. Sistema de transporte. 2017b. Disponível em: http://www.metadados.geo.ibge.gov.br/geonetwork_ibge/srv/por/metadata.show?uuid=b27887d9-7cbe-4de5-a901-35327f673d2c. Acesso em: 03 jun. 2020.

IBGE. Bases cartográficas contínuas. 2017a. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bc250/versao2017/. Acesso em: 01 maio 2021.

IBGE. IBGE Cidades: Panorama de Santa Rita do Sapucaí. 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/santa-rita-do-sapucaí/panorama>. Acesso em: 10 abr. 2021.

IBGE. Informações ambientais: pedologia escala 1:250.000. 2019. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/vetores/escala_250_mil/versao_2019/. Acesso em: 03 maio 2021.

IBGE. Manual técnico de pedologia. Manuais técnicos em geociências, nº 4, 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 316p.

IBGE. Mapa de Biomas. O Mapa de Vegetação do Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, 2004.

IGAM. Base cartográfica de hidrografia do Estado de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/banco-de-noticias/1-ultimas-noticias/1312-hidrografia>. Acesso em: 28 abr. 2021.

- Manfré, L.; da Silva, A.; Urban, R.; Rodgers, J., 2013. Environmental fragility evaluation and guidelines for environmental zoning: a study case on Ibiuna (the Southeastern Brazilian region). *Environmental Earth Sciences*, v.69, n. 3, p. 947-957.
- MAPBIOMAS. Coleções MapBiomas: coleção 4.1 - Mata Atlântica. 2018. Disponível em: https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR. Acesso em: 29 abr. 2021.
- Mitchell, D.; Enemark, S.; Van Der Molen, P., 2015. Climate resilient urban development: Why responsible land governance is important. *Land Use Policy*, v. 48, p. 190-198.
- MMA. Relatório Parametrizado. Unidade de conservação: Reserva Biológica da Serra de Santa Rita Mitzi Brandão. 2014. Disponível em: <http://sistemas.mma.gov.br/cnuc/index.php?ido=relatorioparametrizado.exibeRelatorio&relatorioPadrao=trua&idUc=3061>. Acesso em: 24 jun. 2020.
- Montaño, M.; Ranieri, V. E. L.; Schalch, V.; Fontes, A. T.; Castro, M. C. A. A.; Souza, M. P. 2012. Integração de critérios técnicos, ambientais e sociais em estudos de alternativas locais para implantação de aterro sanitário. *Eng. Sanit. Ambient.*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 61-70.
- Montaño, M., 2002. Os recursos hídricos e o zoneamento ambiental: o caso do município de São Carlos (SP). Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- Montaño, M.; Souza, M., 2016. Integração entre planejamento do uso do solo e de recursos hídricos: a disponibilidade hídrica como critério para a localização de empreendimentos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 3, p. 489-495.
- Monteiro, J. et al., 2001. Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200p.
- Peixoto, F.; Studart, T.; Campos, J., 2016. Gestão das águas urbanas: questões e integração entre legislações pertinentes. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, v. 13, n. 2, pp. 160-174.
- Pimenta, L. B.; Beltrão, N. E. S.; Gemaque, A. M. da S.; Tavares, P. A. 2019. Processo Analítico Hierárquico (AHP) em ambiente SIG: temáticas e aplicações voltadas à tomada de decisão utilizando critérios espaciais. **Interações**, v. 20, n. 2, p. 407-420.
- Poague, K.; Silva, W.; Rezende, V.; Pereira, A.; Árabe, M., 2019. SIG na seleção de áreas para implantação de aterros sanitários: estudo de caso em Jundiá - SP. *Revista DAE, São Paulo*, v. 66, n. 213, p. 59-75.
- Porath, P. H. M. 2019. Análise multicritério para geração de mapa de aptidão de zonas industriais no município de Biguaçu - SC. 2018. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Transportes e Gestão Territorial, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Rosa, B.; Paula, B.; Coleone, E.; Campos, F., 2017. Impactos causados em cursos d'água por aterros controlados desativados no Município de São Paulo, Sudeste do Brasil. **Rev. Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 4, n. 7, p. 63-76.
- Ruffato-Ferreira, V. J. et al. 2018. Zoneamento ecológico econômico como ferramenta para a gestão territorial integrada e sustentável no Município do Rio de Janeiro. *EURE (Santiago)*, v. 44, n. 131, p. 239-260.
- Santa Rita do Sapucaí. Plano Municipal de Saneamento Básico de Santa Rita do Sapucaí. 2019. Disponível em: <https://planosaneamento.srs.neiru.org/>. Acesso em: 20 jun. 2020.
- Santos, L.; Cruz, R., 2013. O uso do método AHP na tomada de decisão para seleção de lajes de edifícios comerciais. *Engenharia, Estudo e Pesquisa, ABPE*, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 39-52.
- Silva, J.; dos Santos, R., 2011. Estratégia metodológica para zoneamento ambiental: a experiência aplicada na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Taquari. Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, 332p.

EQUAÇÃO DE CHUVAS INTENSAS E VAZÃO DA CIDADE DE ITAPERUNA-RJ

| ID 19344 |

1 Alex Tavares Silva, 2 Jader Lugon Junior, 3 Wagner Rambaldi Telles

1 Instituto Federal Fluminense – Campus Itaperuna/RJ, e-mail: altasilva@gmail.com; 2 Instituto Federal Fluminense – Campus Macaé/RJ, e-mail: jljunior@ifff.edu.br; 3 Universidade Federal Fluminense – Instituto do Noroeste Fluminense de Educação Superior – Santo Antônio de Pádua/RJ, e-mail: wtelles@id.uff.br

Palavras-chave: Equação de Chuvas Intensas; Equação da Vazão; Itaperuna-RJ.

Resumo

Este artigo trata da determinação das equações de intensidade, duração e frequência e da vazão da cidade de Itaperuna-RJ, devido a escassez de estudos nesse município e região. Foi realizado um ajustamento na distribuição dos dados de precipitação, utilizando o método de Gumbel para a precipitação máxima nos períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos, que foi validada por meio do teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov, com nível de significância de 1 e 5%. Para isso, foi utilizado o método das relações de durações para desagregar os valores de precipitação máxima em durações menores que 24 horas. A equação de intensidade, duração e frequência foi obtida utilizando os dados da Agência Nacional de Águas (ANA) entre os anos de 1942 e 2020, através da ferramenta Calc, do LibreOffice do sistema operacional GNU/Linux, por meio de gráficos de dispersão, calculando as linhas de tendência com o coeficiente de determinação R^2 , de 0,998. Para obtenção da equação da vazão foram utilizados os dados da ANA entre os anos de 1931 e 2020, através de gráfico de dispersão e linha de tendência com R^2 de 0,891. Com a determinação da equação de chuvas intensas e da equação da vazão, essa pesquisa visa contribuir para os estudos relacionados a melhorias de estruturas hidráulicas na cidade.

Introdução

Toda água proveniente do meio atmosférico que atinge a superfície terrestre é conhecida, na hidrologia, como precipitação, logo, neblina, chuva, granizo, saraiva, orvalho, geada e neve são formas de precipitação e, o que diferencia essas formas, é o estado em que a água se encontra

(Bertoni, Tucci, 2015). Em particular, as chuvas intensas são aquelas precipitações em grandes volumes geradas em pequenos intervalos de tempo, provocando prejuízos ambientais e riscos a vida humana (Farias, Silva, Coelho, 2013).

Além disso, ao alcançar a superfície, dependendo de sua intensidade, a precipitação pode causar sérios transtornos a região. Nesse sentido, a vazão determina como o volume d'água irá diminuir e isso depende de vários fatores, por esse motivo, a caracterização de chuvas intensas é fundamental quando se trata de projetos de engenharia.

Para a adequada gestão dos recursos hídricos, o conhecimento hidrológico é fundamental e influencia diretamente no racional dimensionamento das obras hidráulicas. Segundo Silva e Araújo (2013), estudos hidrológicos regionais são necessários em obras de engenharia relacionadas ao planejamento e aproveitamento de recursos hídricos, pois os custos e a segurança das obras de aproveitamento hídrico estão diretamente relacionados a eventos extremos de precipitação. Sendo assim, de acordo com Martinez Júnior e Magni (1999), são de suma importância na elaboração de projetos de engenharia voltados ao dimensionamento hidráulico, o estudo e a caracterização de precipitações máximas.

Em projetos de engenharia, no que tange à obras hidráulicas, conforme Pereira, Duarte e Sarmento (2017), é fundamental a caracterização, assim como o estudo das chuvas intensas os quais são feitos por meio da relação da intensidade, duração e frequência (IDF) das mesmas, sendo que o estudo das chuvas intensas é feito por meio da relação entre a intensidade, duração e frequência, onde a intensidade é a quantidade de precipitação, a duração determina por quanto tempo essa precipitação vai permanecer e a frequência faz a relação de quando essa precipitação voltará a cair.

Sob esse ponto de vista, um estudo sobre chuvas intensas e vazão, foi realizado na cidade de Itaperuna-RJ, com o intuito de analisar impactos oriundos das mesmas.

A região de estudo, a cidade de Itaperuna-RJ, recebe as águas do rio Muriaé, o qual nasce em Miraí, na Zona da Mata Mineira e deságua no rio Paraíba do Sul, nas proximidades de Campos dos Goytacazes-RJ. Por se encontrar entre vales, a referida cidade é conhecida por ter um dos climas mais quentes do Brasil, chegando a alcançar temperatura média de aproximados 34,5 graus, em 2018, segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Conforme último censo realizado em 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a cidade de Itaperuna-RJ possuía uma população de 95.841 pessoas e densidade demográfica de 86,71 habitantes por km². Em 2020, a população estimada é de aproximadamente 103.800 habitantes.

Materiais e Métodos

A série histórica com os dados de precipitação foi obtida da Agência Nacional de Águas (ANA). Foram obtidos os dados da estação pluviométrica 2141004, latitude -21,21° e longitude -41,89°.

Foram analisados dados de precipitação diária dos anos de março de 1942 a maio de 2020. Nos anos que não haviam dados consistidos, foram considerados os dados brutos para o aproveitamento de dados mais atuais. Para cada ano, determinou-se a precipitação máxima diária anual, ou seja, o maior valor de precipitação ocorrido em um dia ao longo do respectivo ano. Na Tabela 1 são apresentados os valores da máxima anual (mm) para cada ano em ordem decrescente de precipitação.

Tabela 1: Valores de precipitação máxima em ordem decrescente.

Data	Máxima	Data	Máxima	Data	Máxima	Data	Máxima
01/01/1997	225,5	01/11/1999	90,5	01/01/1987	74,7	01/12/2006	60,5
01/11/2000	192,0	01/02/1972	88,0	01/11/1948	74,5	01/12/1990	60,4
01/01/2009	135,0	01/11/1992	87,7	01/12/1953	74,2	01/04/1985	60,4
01/09/1991	128,4	01/01/1896	86,6	01/12/1944	73,3	01/03/1998	60,0
01/01/1958	126,3	01/11/2003	86,5	01/12/1946	73,2	01/01/1980	59,0
01/04/1989	124,0	01/01/1954	86,5	01/11/1971	73,0	01/10/2015	58,5
01/11/1969	118,0	01/11/2017	86,3	01/01/2016	71,7	01/03/1977	58,0
01/03/1994	116,8	01/12/1993	85,4	01/03/1957	71,3	01/02/1962	55,0
01/12/1996	111,6	01/02/1964	85,0	01/03/2013	70,6	01/10/2011	54,9
01/09/1978	110,3	01/12/2005	82,3	01/12/1976	70,2	01/11/1952	54,7
01/01/2007	103,0	01/01/1979	82,0	01/12/1955	69,2	01/12/1995	50,3
01/02/1951	100,0	01/01/1975	80,5	01/02/1961	69,0	01/10/1970	50,0
01/10/1988	99,0	01/12/1949	80,0	01/01/2020	68,8	01/11/1967	50,0
01/12/1960	99,0	01/11/1959	79,0	01/12/2002	66,5	01/11/2001	48,6
01/11/2012	98,7	01/12/2019	76,6	01/03/1942	66,2	01/02/2014	48,2
01/12/1965	97,0	01/04/1950	76,6	01/12/1968	66,0	01/01/1945	48,2
01/11/1956	95,3	01/12/2018	76,4	01/02/1947	62,4	01/11/1963	48,0
01/12/2008	95,0	01/11/2010	76,4	01/01/1973	61,0	01/01/1981	37,2
01/01/2004	91,5	01/01/1943	75,6	01/11/1966	61,0	01/04/1974	36,0

Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA).

Foi utilizada a distribuição de Gumbel para ajustar os valores de máxima precipitação diária anual. Esta é considerada a distribuição de extremos mais utilizada na análise de frequência de variáveis hidrológicas e apresenta vantagens em relação às demais, por não necessitar consultas a tabelas de probabilidade, bastando apenas calcular a média e o desvio padrão dos valores de precipitação máxima diária anual (Pereira, Duarte, Sarmento, 2017).

O ajuste para a distribuição de Gumbel foi feito conforme a Equação (1) (Choi, Choi, 1999), a qual emprega os parâmetros estatísticos de média e desvio padrão dos valores de máxima precipitação anual para determinação da altura máxima de precipitação de 1 dia, correspondente a diferentes tempos de recorrência (Pereira, Duarte, Sarmento, 2017).

$$x = \bar{x} - s \left(0,45 + 0,7977 \ln \left(\ln \left[\frac{Tr}{Tr-1} \right] \right) \right) \quad (1)$$

onde:

x = precipitação máxima ajustada (mm);

\bar{x} = média de valores de precipitação máxima coletados (mm);

s = desvio padrão das precipitações máximas anuais (mm);

Tr = Tempo de recorrência (anos).

Para calcular a média e o desvio padrão utilizou-se as Equações (2-3) (Lanna, 2015).

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2)$$

onde:

\bar{x} = média aritmética (mm);

x_i = realizações da variável (mm);

n = número total de dados.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (3)$$

onde:

s = desvio padrão (mm);

\bar{x} = média aritmética (mm);

x_i = realizações da variável (mm);

n = número total de dados.

Já os tempos de recorrência escolhidos para este estudo foram: 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos, por serem frequentemente utilizados em diversos estudos para determinação de chuvas intensas.

Com o intuito de verificar se a distribuição de Gumbel se comporta de forma correta e coerente aos valores de precipitação máxima anual, os ajustes dos dados à distribuição estatística precisam ser avaliados, em relação a qualidade. Para isso, foi utilizado o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov, por ser um teste bastante utilizado nesse tipo de estudo.

No que se refere a obtenção de valores da distribuição de Gumbel correspondente a cada valor de precipitação máxima, utilizou-se a função de probabilidade, conforme Equação (4) (Ghosh, Mistri, 2013).

$$P = 1 - e^{-e^{-y}} \quad (4)$$

onde:

P = probabilidade (adimensional);

e = base dos logaritmos neperianos (adimensional);

y = variável reduzida de Gumbel (adimensional).

Para estimar os parâmetros α e β da distribuição de Gumbel, utilizou-se o método dos momentos, que consiste em igualar os momentos amostrais aos populacionais (para maiores informações vide Lana (2015)). Assim, tem-se as Equações (5-6) que determinam os valores dos parâmetros desejados.

$$\hat{\beta} = s \frac{\sqrt{6}}{\pi} \quad (5)$$

onde:

s = desvio padrão das precipitações máximas anuais (mm).

$$\hat{\alpha} = \bar{x} - 0,5772\hat{\beta} \quad (6)$$

onde:

\bar{x} = média de valores de precipitação máxima coletados (mm).

O teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov verificou os valores para nível de significância de 1, 5, 10, 15 e 20%. O valor observado da estatística teste D_{max} é igual a 0,1444. O nível de significância de 1% é igual a 0,166, logo $D_{max} < D_{ref,\alpha}$, validando a distribuição para esse nível de significância, onde $D_{ref,\alpha}$, segundo Cotta, Correa e Albuquerque (2016) é o valor crítico para um dado nível de significância α .

Como os dados não são pluviográficos, a chuva máxima anual, referente a 1 dia de precipitação, foi desagregada em durações menores, de acordo com método de relações de durações (CESTEB, 1986), por ser de uso simples e trazendo resultados satisfatórios na determinação de alturas de precipitação com duração inferior a 1 dia.

Para desagregar a chuva em durações menores se faz necessário primeiro obter a precipitação de 24 horas, que se difere da precipitação de 1 dia, pois, de acordo com Bertoni e Tucci (2015), a chuva de 24 horas é o total máximo precipitado equivalente a um período contínuo de 24 horas, que não corresponde necessariamente ao período de observação, enquanto a precipitação de 1 dia é o valor contido entre os horários de observação pluviométrica.

Desta maneira, é necessário multiplicar o valor da precipitação diária pelo coeficiente de 1,14 permitindo encontrar o valor da precipitação de 24 horas (1440 minutos). A partir da precipitação de 24 horas é possível determinar a 12 horas (720 minutos) multiplicando pelo coeficiente de 0,85 e assim sucessivamente até encontrar a precipitação de 1 hora. Para encontrar o valor da precipitação de 30 minutos, baseia-se no valor encontrado para 1 hora. Para encontrar o valor da precipitação de 25, 20, 15, 10 e 5 minutos, baseia-se no valor encontrado para 30 minutos, utilizando os coeficientes conforme Tabela 2, encontrada na literatura.

Para utilizar a distribuição de Gumbel, se faz necessário obter a média e o desvio padrão dos valores de precipitação máxima diária. A média e o desvio padrão das máximas da Tabela 1, conforme Equações (2-3) é de 30,85 mm e 58,43 mm, respectivamente.

Na Tabela 3 são apresentados os valores das precipitações ajustados após aplicação do método de Gumbel.

Tabela 2: Coeficientes de desagregação de chuva de 24 horas utilizando o método das Relações de Durações.

Relação entre Alturas Pluviométricas	Coefficiente de Desagregação
24h para 1 dia	1,14
12h para 24h	0,85
10h para 24h	0,82
8h para 24h	0,78
6h para 24h	0,72
3h para 24h	0,54
2h para 24h	0,48
1h para 24h	0,42
30min para 1h	0,74
25min para 30min	0,91
20min para 30min	0,81
15min para 30min	0,70
10min para 30min	0,54
5min para 30min	0,34

Fonte: CESTEB (1986) apud Pereira et al. (2017).

Tabela 3: Valores de precipitação ajustados após Método de Gumbel.

TR (anos)	Valor (mm/h)	1 dia para 24h (mm/h)
2	21,3	24,2
5	72,9	81,9
10	107,1	119,3
20	139,9	159,5
50	182,3	207,9
100	214,1	244,1

Fonte: O autor, 2021.

Na Equação (7) é apresentada a equação genérica para a obtenção de curvas IDF.

$$i = \frac{KTr^a}{(t+b)^c} \quad (7)$$

onde:

i = intensidade de precipitação máxima (mm/h);

Tr = tempo de recorrência (anos);

K, b, c = parâmetros que descrevem características locais (adimensional);

a = parâmetro regional constante.

Resultados e Discussões

Os dados obtidos no site da ANA para precipitação máxima envolvem os anos de 1942 a 2020 e para vazão envolvem os anos de 1931 a 2020. Na Figura 1 são apresentados os gráficos de dispersão para cada tempo de recorrência (em escala logarítmica) com ajuste no tempo para obtenção da equação específica, com as respectivas linhas de tendência.

Dispersão para cada tempo de recorrência

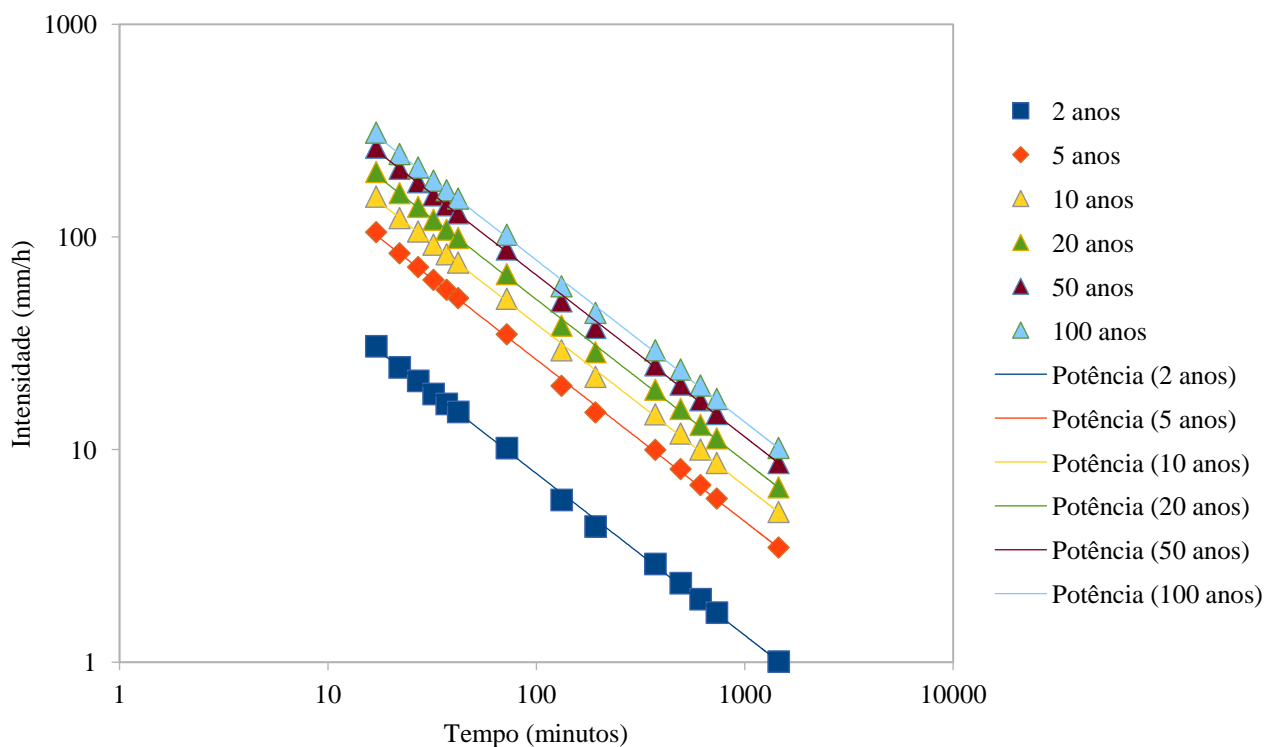


Figura 2: Gráfico de dispersão para cada tempo de recorrência.

Na Tabela 4 são apresentados os parâmetros encontrados em cada tempo de recorrência após associação com a Equação (7).

Tabela 4: Parâmetros encontrados para cada tempo de recorrência

Tr (anos)	c	KTr^a
2	0,7612	257,23
5	0,7612	882,25
10	0,7612	1296,06
20	0,7612	1693,01
50	0,7612	2206,81
100	0,7612	2591,83

Fonte: O autor, 2021.

Com os dados de dispersão para cada tempo de recorrência, utilizando linhas de tendências geométricas, conforme Figura 2, gerou-se outro gráfico de dispersão de forma a obter equação única para as chuvas intensas da cidade de Itaperuna-RJ, com o coeficiente de determinação R^2 , o qual é utilizado na avaliação do ajuste dos parâmetros da equação, de aproximadamente 0,9983, conforme Equação (8).

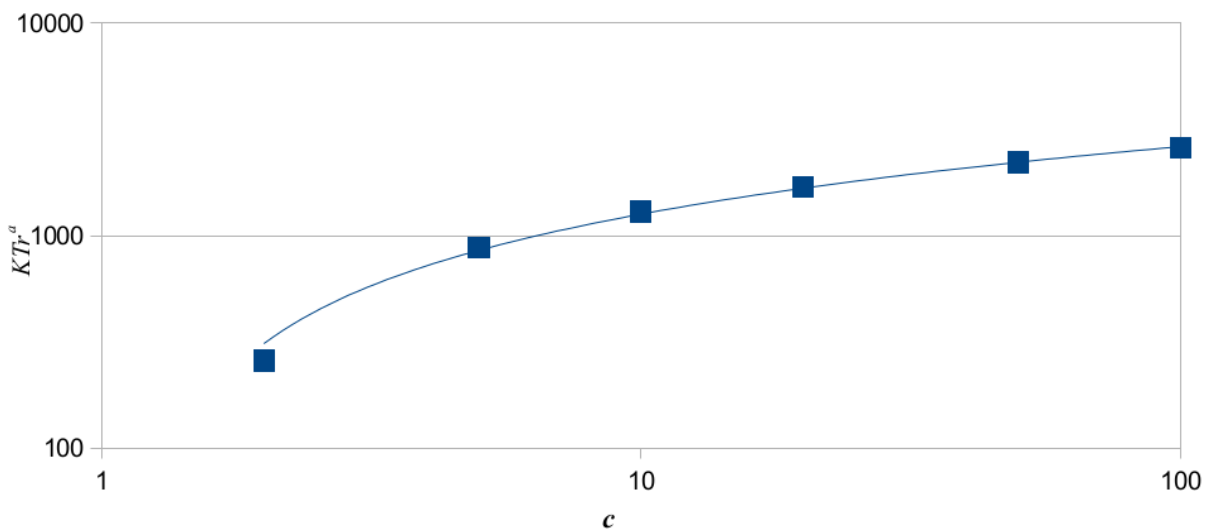


Figura 3: Gráfico de dispersão dos valores obtidos para cada tempo de recorrência para obtenção de equação única.

$$i = \frac{591,08 \ln(Tr) - 99,99}{(t+12)^{0,761}} \quad (8)$$

onde:

i = intensidade (mm/h);

\ln = logaritmo natural;

Tr = tempo de recorrência (anos);

t = tempo de duração (minutos);

Com a equação de chuvas intensas encontrada para a cidade de Itaperuna-RJ, dada pela Equação (8), segue Tabela 4, com os valores ajustados de precipitação para os tempos de recorrência de 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos, para os tempos de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 120, 180, 360, 480, 600, 720 e 1440 minutos.

Espera-se uma intensidade de 303,6 mm/h ou quantidade superior em 5 minutos, a cada 100 anos. Nota-se que a cada 5 anos, precipitações já começam a causar transtornos para a cidade, uma vez que uma precipitação de 98,6 mm/h em 5 minutos é uma precipitação muito intensa.

Tabela 4: Valores ajustados das precipitações para a cidade de Itaperuna-RJ.

t (min)	TR (anos)					
	2	5	10	20	50	100
5	35,9	98,6	146,0	193,4	256,1	303,6
10	29,5	81,0	120,0	159,0	210,5	249,5
15	25,2	69,3	102,7	136,0	180,1	213,5
20	22,2	60,9	90,2	119,5	158,3	187,6
25	19,8	54,5	80,8	107,0	141,7	168,0
30	18,0	49,5	73,4	97,2	128,7	152,5
60	12,0	32,9	48,7	64,5	85,4	101,2
120	7,5	20,7	30,7	40,7	53,8	63,8
180	5,7	15,6	23,1	30,6	40,5	48,0
360	3,4	9,4	13,9	18,5	24,5	29,0
480	2,8	7,6	11,3	14,9	19,8	23,4
600	2,3	6,4	9,6	12,7	16,8	19,9
720	2,0	5,6	8,3	11,0	14,6	17,3
1440	1,2	3,3	4,9	6,6	8,7	10,3

Fonte: O autor, 2021.

Por outro lado, tomando como base os dados de vazão entre os anos de 1931 e 2020, utilizando o LibreOffice Calc para gerar o gráfico de dispersão desses valores, obtém-se a Figura 4, que representa a relação entre a cota e a vazão, onde pode-se obter a equação da vazão dada pela Equação (9), com R^2 aproximado de 0,891.

$$Q = 72,10(h - h_0)^{1,940} \quad (9)$$

onde:

Q = vazão (m^3/s);

h = nível final da água (m);

h_0 = nível inicial da água (m).

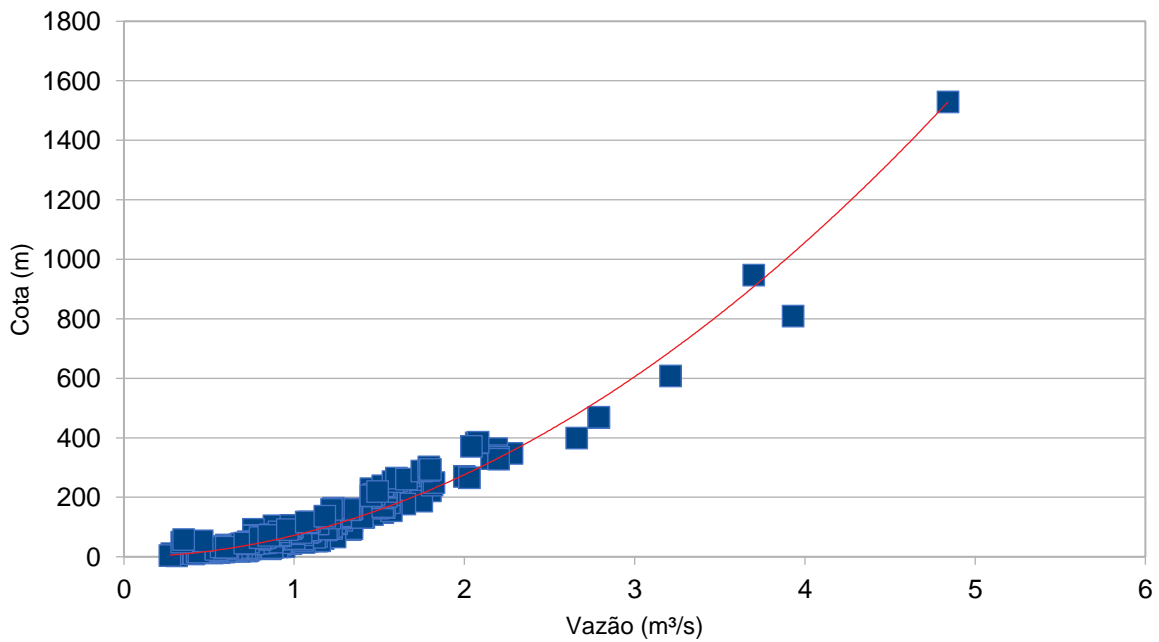


Figura 4: Gráfico de dispersão entre a cota e a vazão.

Na Tabela 6 são apresentados os valores de vazão para diferentes níveis d'água, utilizando a Equação (9).

Tabela 6: Valores de vazão para diferentes níveis d'água.

$h - h_0$ (m)	Q (m^3/s)
1	72,1
2	276,7
3	607,5
4	1061,5
5	1636,6
6	2331,0
7	3143,6
8	4073,1
9	5118,8
10	6279,6

Fonte: O autor, 2021.

Para $(h - h_0)$ igual a 1 m, a vazão é de 72,1 m³/s. Para $(h - h_0)$ igual a 2 m, a vazão passa a ser de 276,7 m³/s. Para a diferença entre $(h - h_0)$ de 10 m, a vazão passa a ser de 6279,6 m³/s. Esses resultados são importantes na hora de se considerar projetos de engenharia hidráulica, a fim de mitigar problemas provocados por inundações.

Comentários Finais

O objetivo desse estudo foi determinar a equação específica de chuvas intensas para o município de Itaperuna-RJ, com o intuito de analisar a intensidade, duração e frequência da mesma. Também determinou-se a equação da vazão do rio Muriaé no município, com o intuito de propor no futuro, possíveis sugestões de mitigação do problema, uma vez que esse tipo de estudo é fundamental para a engenharia.

Após a determinação das equações de chuvas intensas e da vazão, nota-se que, com o tempo de retorno de 2 anos, se tem uma precipitação de 35,9 mm/h em 5 minutos, porém percebe-se que, com um tempo de retorno de 5 anos já se tem uma precipitação de 98,6 mm/h, capaz de causar transtornos na cidade. Essas precipitações em pouco tempo são as mais preocupantes devido à capacidade de vazão do rio.

Valores de $(h - h_0)$ de 1 a 10m foram utilizados para o cálculo da vazão do rio Muriaé no município de Itaperuna-RJ, com o intuito de auxiliar em possíveis projetos de engenharia hidráulica, uma vez que tais projetos precisam se adequar em relação as chuvas intensas e a vazão do rio Muriaé.

Referências Bibliográficas

Bertoni, J. C.; Tucci, C. E. M.; Precipitação. In Tucci, C. E. M. (Org.). Hidrologia: Ciência e Aplicação. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH. Ed. 4, p.177.

Choi, Y. H.; Choi, J. D.; 1999. Design Frequency Decision For Hydraulic Structures Due To Heavy Storm. Hydrologic Modeling: Proceedings of the International Conference on Water, Environment, Ecology, Socio-economics, and Health Engineering, Seoul National University, Seoul, Korea. Water Resources Publication, p. 247.

Cotta, H. H. A.; Correa, W. S. C.; Albuquerque, T. T. A.; 2016. Aplicação Da Distribuição De Gumbel Para Valores Extremos De Precipitação No Município De Vitória – Es. Revista Brasileira de Climatologia. p. 203 - 247.

Farias, J. A. M.; Silva, J. F. R.; Coelho, L. S.; 2013. Determinação de Equação IDF, Utilizando Regressão Linear em Base Logarítmica. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, p. 2.

Ghosh, S.; Mistri, B.; 2013. Performance of D.V.C. in Flood Moderation of Lower Damodar River, India and Emergent Risk of Flood. Eastern Geographer. v.19, n.1, p. 55-66.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:

<<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rj/itaperuna.html>> Acesso em: 24/05/2021.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br>> Acesso em: 24/05/2021.

Lanna, A. E.; 2015. Elementos de estatística e probabilidades. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação.

Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH. Ed. 4, p. 177.

Martinez Júnior, F. M.; Magni, N. L.G.; 1999. Equações de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, p 125.

Pereira, D. C.; Duarte, L. R.; Sarmiento, A. P.; 2017. Determinação da Curva de Intensidade, Duração e Frequência do Município de Ipameri – Goiás, v. 13, n.2, p. 233-246.

Silva, S. R.; Araújo, G. R. de S.; 2013. Algoritmo para Determinação da Equação de Chuvas Intensas. Revista Brasileira de Geografia Física, v.6, n.5, p. 1371-1383.

PROPOSTA METODOLÓGICA DE PAGAMENTOS POR SERVIÇOS AMBIENTAIS (PSA) VISANDO A PRODUÇÃO DE ÁGUA LIMPA EM MANANCIAIS

| ID 19407 |

1Teresa Cristina Tarlé Pissarra, 2Renata Cristina Araújo Costa, 3Anildo Monteiro Caldas, 4Fávia Mazzer Rodrigues, 5Luís Filipe Sanches Fernandes, 6Fernando Antonio Leal Pacheco

¹ Departamento de Engenharia e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista (UNESP/FCAV), teresa.pissarra@unesp.br; ² Mestrado em Análise Geoambiental, Universidade de Guarulhos (UNG), renata.criscosta@gmail.com; ³ Departamento de Tecnologia Rural, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), monteiro.dtr.ufrpe@gmail.com; ⁴ Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), flamazzer@hotmail.com; ⁵ Departamento de Engenharia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Portugal, lfilipe@utad.pt; ⁶ Departamento de Geologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Portugal, fpacheco@utad.pt

Palavras-chave: política de uso do solo; manejo e conservação do solo e da água em agroecossistema.

Resumo

O programa de pagamento por serviços ambientais (PSA) é um instrumento que visa quantificar os serviços ecossistêmicos (SE), de forma que sua produção seja valorada. A produção de água limpa e um solo de qualidade são serviços ecossistêmicos que dependem da conservação dos recursos naturais de uma determinada região. O uso do solo em uma bacia hidrográfica interfere diretamente na capacidade de armazenar água na sua área. O proprietário da terra é quem tem o direito do uso da terra de sua propriedade rural, e de tomar decisões de forma a deixá-la economicamente ativa e obter seu recurso financeiro para seu sustento. Porém estes usos podem gerar conflitos entre as funções econômicas e ecológicas. Desta forma, o programa de PSA por serviços ambientais (SA) é uma forma de que os usuários dos serviços ambientais, neste caso a água e o solo, possam remunerar os proprietários da terra onde estes serviços estão alocados. A metodologia designada para que o proprietário receba pelos SAs produzidos ainda é muito discutida e uma das habilidades de pesquisa mais desafiadoras é definir os SAs e os benefícios, além de definir os SAs que o proprietário pode praticar para ser o beneficiário dos recursos financeiros ou outra forma de remuneração que o usuário irá pagar. Porém, a capacidade de produção de água depende

de atributos ambientais, que estão distribuídos de forma heterogênea na paisagem. A metodologia proposta tem como objetivo utilizar os indicadores ambientais que possam dar suporte a valorização da água e do solo para o programa de PSA. A metodologia foi eficiente em determinar as áreas mais vulneráveis ambientalmente, de forma a classificar a produção de água por subbacias. A partir dessa determinação, é possível fazer o zoneamento das áreas rurais mais vulneráveis para implementar os programas de PSA e valorar a água e o solo da propriedade rural de forma proporcional a contribuição da sua área na produção de água e determinar uma forma de mercado para financiamento da conservação do ecossistema que considera os princípios do provedor-recebedor (que contribuem para a geração do SA – água e solo de qualidade) e usuário-pagador (que se beneficiam e pagam o SA – água e solo de qualidade). A compensação ao produtor rural de áreas de manacial que devem ser compensados por proporcionar o recurso natural solo e água de qualidade superior. Assim, essa ferramenta busca apresentar uma forma de PSA que visa conservar e promover o manejo adequado por meio de atividades de proteção e de uso sustentável.

Introdução

A Avaliação de Ecossistemas do Milênio (*Millennium Ecosystem Assessment*) apresentou uma abordagem conceitual e metodológica para garantir o bem-estar humano em ecossistemas, com benefícios que a sociedade pode obter considerando bens e serviços, tais como serviços de provisão, reguladores, culturais e de apoio (MEA, 2005). A Organização das Nações Unidas (ONU) está trabalhando para que a sociedade atinja os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (17 ODS), que abordam os principais desafios para que as ações antrópicas sejam realizadas buscando a sustentabilidade dos recursos naturais, com um “apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade no processo de atingir a Agenda 2030 para o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações” (ONU, 2021).

De acordo com a reflexão de Ruffo e Kareiva (2009), a natureza não é um bem de luxo, mas sim um ingrediente necessário à sobrevivência humana. Portanto, os gestores governamentais devem promover iniciativas com o objetivo de fortalecer as ações que visem um desenvolvimento que assegure o crescimento econômico sem esgotar os recursos naturais para o futuro.

A introdução de propostas que visem a equidade e a assinatura de contratos nas comunidades como elementos-chave de programas de sucesso é apresentada por Ola et al. (2019) e demonstra que o mecanismo de incentivo de esquemas de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSAs)

apropriado para uma determinada região cumpre os objetivos de conservação e de preservação dos recursos naturais. Parkhurst (2011), Canova et al. (2019), Tsur (2020) ressaltam que estes esquemas dependem da demanda econômica, bem como, da conservação da terra.

Para o desenvolvimento de sistemas de produção vegetal e animal, no intuito de fornecer alimentos, água, melhoria da qualidade do solo e outros serviços que considerem as dimensões ecológicas, sociais e econômicas com sustentabilidade, é necessário compreender as ações antrópicas e a questão da gestão ambiental, que em muitas atividades são antogonônicas.

Sunkel et al. (1990), desde a década de 90 já alertava sobre as ações que deterioram os recursos naturais devido ao uso crescente de energia, insumos e tecnologia e a necessidade de incentivar a sustentabilidade. Considerando a relação solo-paisagem Pissarra et al. (2004), Valle Júnior et al. (2014), Pacheco et al. (2018) ressaltam que o estudo de atributos ambientais pode fornecer subsídios para uma gestão ambiental e socioeconômica mais eficiente. Os recursos naturais vêm ganhando cada vez mais relevância no mundo, devido à importância da gestão das ações antrópicas em conformidade com o bem-estar dos seres vivos e para o desenvolvimento dos países, a fim de garantir um melhor acesso aos recursos e uma vida com qualidade para os as populações (Valera et al., 2019; Pissarra et al., 2019).

O esquema de PSA, para ser eficiente identifica os incentivos financeiros para valorar a conservação e a preservação e considera os princípios do usuário-pagador e provedor-recebedor (Valera et al., 2017). Os produtores rurais podem contribuir para a geração de serviços ecossistêmicos (SE) e podem ser compensados por proporcioná-los pela sociedade que se beneficia dos SE (como os usuários de água limpa). Assim, o PSA se torna um instrumento baseado no mercado e busca conservar e promover o manejo adequado por meio de atividades de proteção e de uso sustentável dos recursos naturais, tais como solo e água.

O sistema de produção vegetal e animal conduzido com práticas de manejo e de conservação do solo e da água e com as ações antrópicas econômicas considerando as relações entre os seres humanos e o meio pode ser valorado (Bellver-Domingo, 2016, Tsur, 2020) e relacionado a um investimento, não a um custo para a sociedade. Sagoff (2011) mostra os critérios para identificar, medir e avaliar os SEs e explora as diferenças entre as questões econômicas e ecológicas. O SE não deve ser apenas um item para uma avaliação econômica no intuito de obter financiamento para o provedor de preservação em restauração ecológica, mas sim, como uma ação de manejo conservacionista em sistemas de produção para obter um recurso financeiro que aumenta a renda do proprietário de terras que produz os SEs com práticas de gestão sustentável. Sendo assim, o valor do SE deve ser considerado seriamente durante a implementação de esquemas de PSA (Canova et al., 2019; Pissarra et al., 2021).

Um dos serviços ecossistêmicos mais importantes é o recurso hídrico, que representa um potencial na gestão integrada e para se tornar um SE de mecanismo baseado em valores (Andrade et al., 2020), com uma função ecológica e um valor econômico (Settre et al., 2019; Cheng et al., 2019; Tsur, 2020).

De acordo com os indicadores de avaliação de ecosserviços hídricos (Araújo & Chrispim, 2017; FAO, 2017; Fan & Chen, 2019), os benefícios são essenciais para a saúde, e a valoração econômica da água em agroecossistemas para bens e serviços ambientais é essencial. O Programa Produtor de Água da Agência Nacional de Águas (ANA) tem sido implementado como um instrumento de valorar a produção de água em mananciais. Entretanto, segundo Lima et al. (2015), o monitoramento socioeconômico das comunidades envolvidas nestes projetos é quase inexistente, o que inviabiliza identificar os possíveis ganhos e danos sociais das ações. Assim, a proposta de um programa de PSA em Bacias Hidrográficas (PSA-BH) com a valoração econômica nos atributos ambientais (Pissarra et al., 2021) e nas ações antrópicas mais sustentáveis manejadas nas regiões de importância hidrológica, busca valorar a os sistemas de produção nas vertentes com o enfoque no desenvolvimento econômico sustentável. Sem a valoração do sistema de produção, muitas vezes o resultado é um ambiente hídrico poluído e degradado (Saran et al., 2018).

Alcon et al. (2020) reconhecem o conflito entre expansão agrícola e restauração florestal, mas também enfatizam a variedade de benefícios proporcionados pelo manejo sustentável de um sistema de produtividade agrícola consorciado a pecuária (Geussens et al., 2019). A agricultura, a produtividade florestal (Moraes et al., 2017) e a pastagem (Oliveira et al., 2019) são serviços relevantes e altamente demandados pela sociedade e estão relacionados ao desenvolvimento social e econômico de uma comunidade. Sendo assim, a implementação de um modelo que considere os usos do solo em sistemas que apresentem um balanço entre as funções ecológicas, sociais e econômicas sustentáveis, visando a produção de água limpa em bacias hidrográficas ainda é um desafio.

A elaboração da proposta de uma estrutura conceitual que conecta os recursos naturais e as ações das sociedades humanas e o seu bem-estar relacionada às políticas de uso da terra e avaliação de água, clima, agricultura, pastagem e floresta e um planejamento regional é uma das principais preocupações em muitos países (Settre et al., 2019; Cheng et al., 2019; Tsur, 2020).

Oliveira et al. (2013) descrevem alguns programas brasileiros de sistemas de PSA e muitas ações têm sido realizadas para implementar estes sistemas (ANA, 2019; 2021). Entretanto, ainda faltam políticas agrícolas a serem implementadas que estabeleça a cooperação entre os produtores e a melhor gestão do uso da terra no intuito de propor esquemas de Pagamento por Serviço

Ambiental (PSA) sustentáveis. Núñez-Regueiro et al. (2019), enfatizam a lacuna técnico-científica para a valoração desse ecossistema.

Reconhecendo este fato, este trabalho tem como objetivo apresentar um modelo para um programa de PSA baseado em atributos ambientais, na vulnerabilidade de ecossistemas e na produção de água em áreas de mananciais em bacias hidrográficas. A ideia principal é incentivar os proprietários de terras a implementar práticas de manejo da produção vegetal e animal visando a proteção e a conservação dos recursos naturais, valorando a água nos ambientes mais sustentáveis como SE, ressaltando a importância de construir uma nova relação de sustentabilidade com o meio de produção.

Material e Métodos

A área de estudo é a bacia hidrográfica do córrego Rico, com extensão de 530 km², localizada na região Nordeste do Estado de São Paulo, Brasil, que inclui os municípios de Jaboticabal, Monte Alto, Taquaritinga, Santa Ernestina e Guariba, conforme ilustrado na Figura 1.

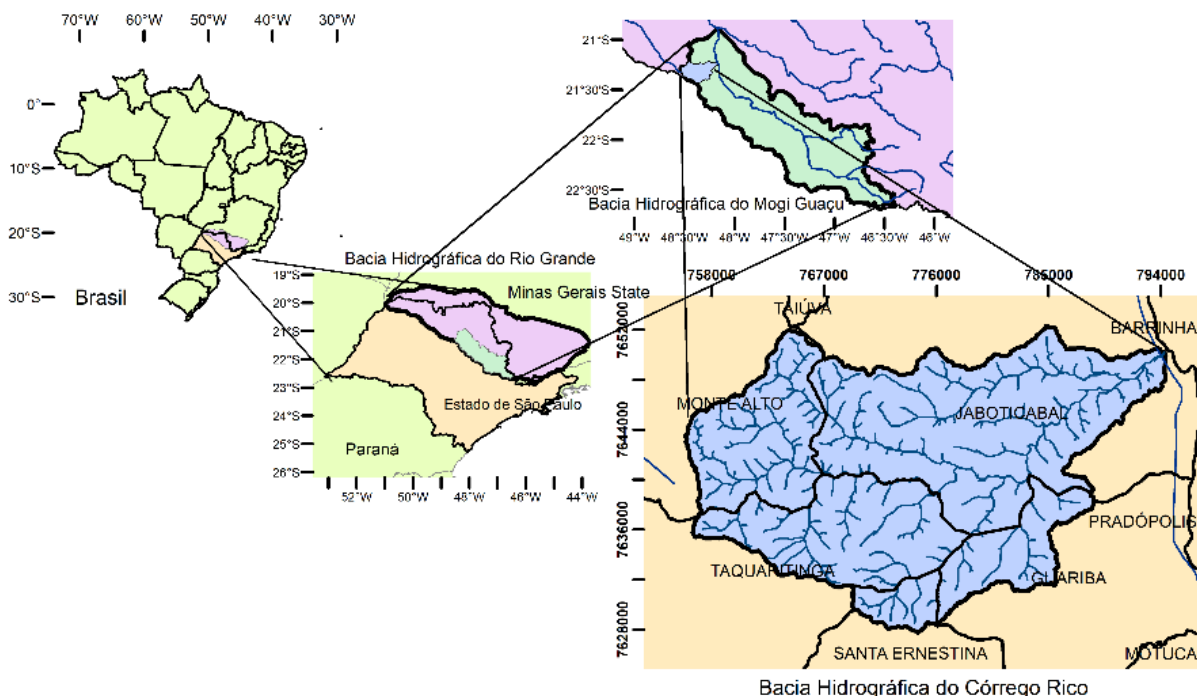


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do córrego Rico, Estado de São Paulo, Brasil.

A área está localizada na 9ª Unidade de Gestão de Recurso Hídrico (UGRHI) do Sistema Estadual de Gestão de Recursos Hídricos e Política Estadual de Águas (SIGRH), denominada Rios

Pardo/Moji-Guaçu, sistema de coordenadas projetadas latitude de 7652337m e 7628137m N, longitude de 756463m e 794623m E; Córrego Alegre, UTM, Zona 22S, em projeção transversal de Mercator. O clima é classificado de acordo com o sistema Köppen, em Cwa, clima mesotérmico seco de inverno, com precipitação média anual de 1.100 mm a 1.700 mm, temperatura média do mês mais quente é de 22°C e do mês mais frio de 17°C (Alvares et al., 2013). A área está localizada na província geomórfica V-Planalto Ocidental, geologia composta por arenitos consolidados com cimento calcário, pertencentes à formação Bauru (cretáceo superior Kb), conglomerados fáceis e rochas efusivas básicas da Formação Serra Geral, de acordo com Almeida et al. (1981). A topografia da área é ondulada a forte ondulada, dentro de um limite com a Serra do Jaboticabal (acidentada a montanhosa), altitude média entre 488 a 700m, segundo Penteado e Ranzani (1971). As principais unidades de solos foram identificadas no Sistema Brasileiro de Solos de acordo com Camargo et al. (1987), como Latossolo e Argissolo. A vegetação natural original é a Floresta Estacional Semidecidual (Veloso et al., 1991), e os principais usos do solo são culturas anuais, culturas permanentes (cana-de-açúcar; árvores reflorestadas) e pastagens.

Para alcançar o objetivo de apresentar uma metodologia que possa monitorar as mudanças necessárias ao êxito na melhoria da qualidade do solo e da água em bacias hidrográficas de mananciais e no bem-estar humano para propor ações de programas de PSA, a proposta visa avaliar os atributos ambientais e determinar a vulnerabilidade das áreas de manancial de água na unidade territorial de bacia hidrográfica, com os dados do diagnóstico, análise e ação, conforme fluxograma (Figura 2).

No diagnóstico, os dados primários e secundários são coletados e analisados por álgebra de mapas na análise multicritérios nas áreas da divisão em sub-bacias, somada à vulnerabilidade do ecossistema e a produção de água. O delineamento da bacia hidrográfica foi processado em um modelo digital de elevação (MDE) usando a ferramenta de delineamento de bacias do modelo hidrológico *Soil and Water Assessment Tool (ArcSWAT)*, que definiu os compartimentos hidrológicos da área de estudo de acordo com a declividade do terreno no conjunto de dados altimétricos que conformaram as linhas de drenagem e divisores topográficos.

Os dados primários de cada célula (considerados como um pixel por unidade de imagem de sensoriamento remoto/raster) foram compostos por pedologia (solo) (Rossi, 2017), geologia (rochas; CPRM, 2005), e a elaboração dos planos de informação (PI) da bacia hidrográfica do córrego Rico na divisão hidrogeológica (rede de drenagem e divisor topográfico), geomorfologia (características morfométricas e topografia das sub-bacias), e coberturas do solo (terreno natural vegetação e usos do solo a partir de ações antrópicas).

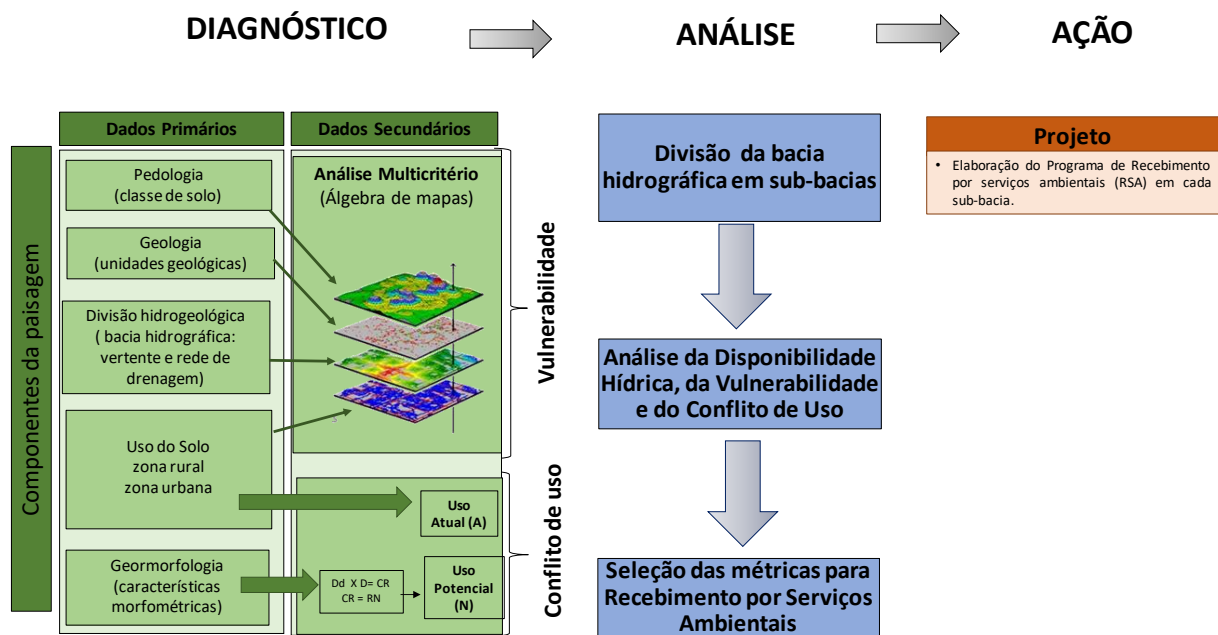


Figura 2. Fluxograma do Modelo de PSA a partir da vulnerabilidade e conflito de uso.

Os dados secundários consistiram em um conjunto de álgebra cartográfica que manipula as operações dos dados geográficos em um sistema de informação geográfica (SIG). As camadas raster (PIs) estavam em uma mesma dimensão para produzir o resultado das operações algébricas de adição, subtração que foram feitas e seguiram a metodologia executada nas ferramentas, operadores e funções do *Spatial Analyst*. A álgebra dos PIs foi integrada em Python, com as funcionalidades de Python e ArcPy e suas extensões (módulos, classes, funções e propriedades) foram feitas no Programa ArcGis. Cada pixel dos elementos da paisagem desempenhava uma função ambiental no desenvolvimento geomorfológico de sua sub-bacia. A vizinhança espacial e as transformações GIS foram categorizadas em áreas de células que compartilham o mesmo valor.

A vulnerabilidade ambiental (V_u) se refere à incapacidade das sub-bacias (a unidade de trabalho) dentro da bacia hidrográfica de suportar os efeitos severos do clima sobre o ambiente natural ao longo das décadas, considerando o processo natural de erosão. O entendimento da vulnerabilidade, como abordagem metodológica, envolve a análise dos riscos e ativos do índice de vulnerabilidade, que é uma medida da exposição do meio ambiente a algum perigo (perda natural de solo). Para avaliar os dados de vulnerabilidade foi aplicado uma modificação na metodologia apresentada por Crepani et al. (2001), Santos et al. (2016) e Machado et al. (2018). O índice de vulnerabilidade (V_u ; Eq.1) foi composto de indicadores quantitativos dos atributos ambientais de geologia (G), solo (S), declividade (Dd), uso do solo (US). Cada célula (pixel) continha o conjunto de informações para desempenhar as funções no desenvolvimento da entidade geográfica que contém

o atributo ambiental, definido por pesos de acordo com os trabalhos de Saaty (1977) e Pissarra et al. (2021), conforme equação (1):

$$V_u = (0,056xG) + (0,122xS) + (0,263xDd) + (0,558xUS) \quad (\text{Eq. 1})$$

Os dados foram processados e analisados estatisticamente em um sistema de apoio à decisão espacial baseado em Análise de Decisão Multi-Critério (Saaty, 1977), que definiu áreas de maior ou menor vulnerabilidade e o tipo de conflito de uso da terra.

Para o cálculo hidrológico das sub-bacias foi utilizado o “Estudo de Regionalização de Variáveis Hidrológicas”, desenvolvido pelo DAEE (1994) e trabalhos de Vilella; Mattos, (1975). Foram determinados os valores das vazões mínimas anuais de sete dias consecutivos ($Q_{7,10}$) no período de retorno (T) de dez anos, tendo em vista que a Resolução do CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) estabelece os critérios de classificação dos rios para enquadramento para uma vazão de referência na condição da vazão mais crítica, que é de estiagem, quando a capacidade de diluição do rio se reduz (menor vazão do rio para diluir a carga que entra) com um risco de 10% de ocorrer valores menores ou iguais a este em qualquer ano. Os valores estão relacionados ao balanço entre o seu potencial de produção de água e a quantidade demandada pelos diversos usos consuntivos. Para representar esse período de seca e orientar a outorga de direitos de uso dos recursos hídricos, é adotada essa vazão mínima de referência, definida no Plano de Bacias Hidrográficas e pela Lei Estadual nº 9.034 de 1994, “Q 7.10”, a mesma sugerida para o Estado de São Paulo pela Lei Estadual nº 9.034 de 1994.

Resultados e Discussão

Os atributos ambientais a serem considerados na metodologia para um programa de PSA da bacia hidrográfica do córrego Rico podem ser observados nos dados de geologia, solo, topografia e cobertura do solo constam na Figura 3 e Tabelas 1, 2, 3 e 4.

Tabela 1. Dados de Geologia da Bacia Hidrográfica do Córrego Rico – SP.

Geologia	Área (km ²)	Área (%)
Marília	37.51	7%
Vale do Rio do Peixe	394.81	69%
Serra Geral	140.01	24%
Total	572.32	100%

Fonte: CPRM - Mapa_Geologico_do_Estado_de_Sao_Paulo_1.750.000

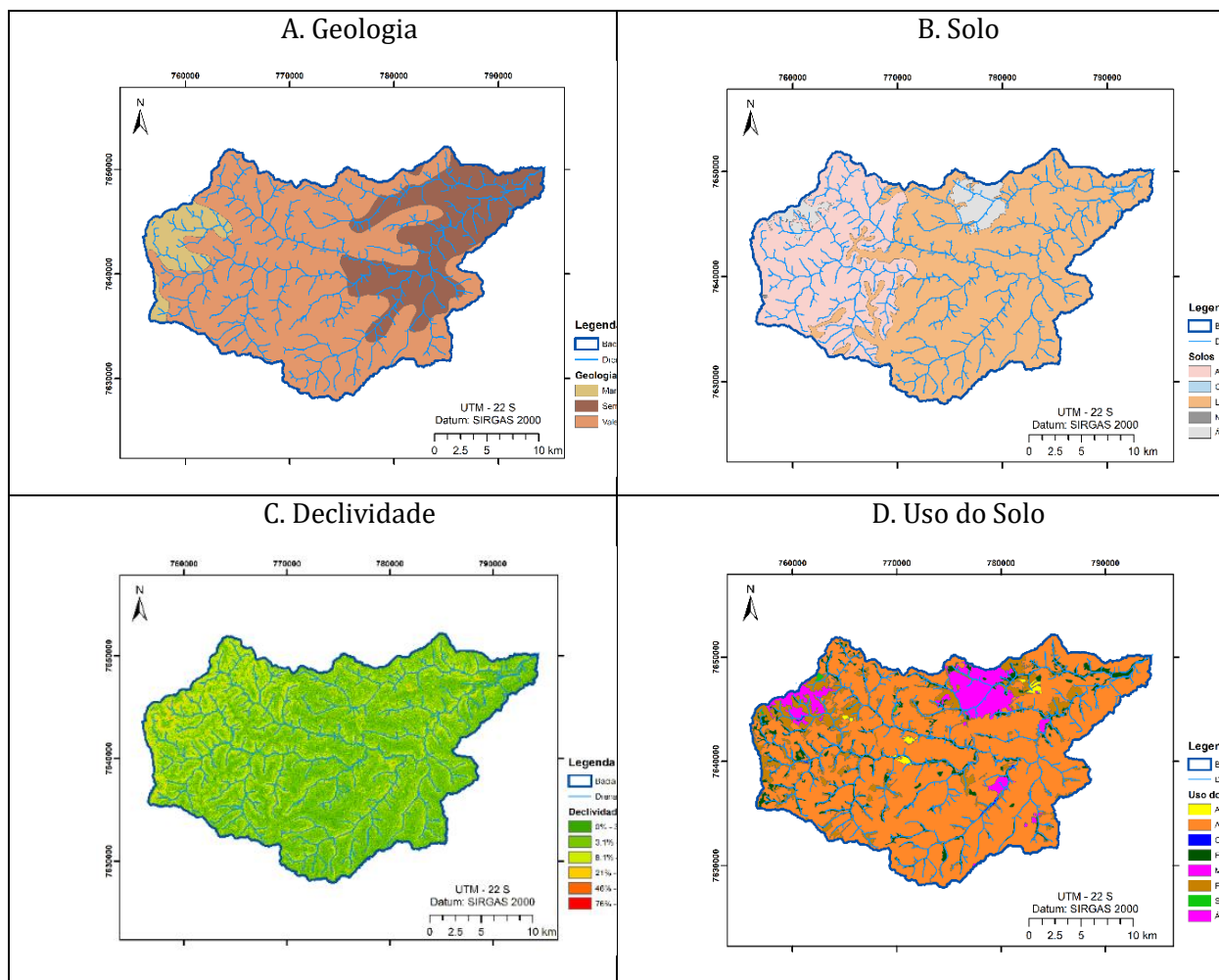


Figura 3. Atributos ambientais (A. Geologia - G; B. Solo - S; C. Declividade - Dd; D. Uso do Solo - US da Bacia Hidrográfica do Córrego Rico.

Tabela 2. Dados de Solo da Bacia Hidrográfica do Córrego Rico - SP.

Solos	Área (km ²)	Área (%)
Área Urbana	26.14	4.6
Argissolos Vermelho-Amarelos	176.32	30.8
Gleissolos Hápicos	0.90	0.2
Latossolos Vermelhos	368.80	64.4
Neossolos Litólicos	0.18	0.0
Total	572.33	100%

Fonte: São Paulo (Estado). Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Florestal. Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado. Marcio Rossi. - São Paulo: Instituto Florestal, 2017.

Tabela 3. Classes de declividade da Bacia Hidrográfica do Córrego Rico – SP.

Classes de Declividade	Área (km²)	Área (%)
0% - 3% (Plano)	62.77	11%
3.1% - 8% (Suave-ondulado)	332.54	58%
8.1% - 20% (Ondulado)	170.71	30%
21% - 45% (Forte-Ondulado)	6.24	1%
46% - 75% (Montanhoso)	0.06	0%
76% - 77% (Forte-montanhoso)	0.00	0%
Total	572.33	100%

Fonte: Imagem ALOS (12,5 X 12,5)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1).

Tabela 4. Dados de Uso do Solo da Bacia Hidrográfica do Córrego Rico – SP.

Uso Do Solo	Área (km²)	Área (%)
Agricultura anual	3.03	1%
Agricultura perene	431.20	75%
Corpo d'água	0.79	0%
Área urbanizada	35.57	6%
Floresta Nativa	39.86	7%
Mosaico de ocupações	0.17	0%
Pastagem	61.04	11%
Silvicultura	0.73	0%
Total	572.37	100%

Fonte: Projeto TerraClass Cerrado 2013 - Mapeamento do Uso e Cobertura Vegetal do Cerrado (INPE, 2015)

A Lei Nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021, institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais - PNPSA e define conceitos, objetivos, diretrizes, ações e critérios de implantação, bem como institui o Cadastro Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (CNPSA) e o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (PFPSA), que dispõe sobre os contratos

de pagamento por serviços ambientais. O ecossistema é considerado complexo dinâmico de comunidades vegetais, animais e de microrganismos e o seu meio inorgânico que interagem como uma unidade funcional; os serviços ecossistêmicos são benefícios relevantes para a sociedade gerados pelos ecossistemas, em termos de manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais, nas seguintes modalidades: serviços de provisão, serviços de suporte, serviços de regulação e serviços culturais. Os serviços ambientais são as atividades individuais ou coletivas que favorecem a manutenção, a recuperação ou a melhoria dos serviços ecossistêmicos. O pagamento por serviços ambientais é a transação de natureza voluntária, mediante a qual um pagador de serviços ambientais transfere a um provedor desses serviços recursos financeiros ou outra forma de remuneração, nas condições acertadas, respeitadas as disposições legais e regulamentares pertinentes. O pagador de serviços ambientais será o poder público, organização da sociedade civil ou agente privado, pessoa física ou jurídica, de âmbito nacional ou internacional, que provê o pagamento dos serviços ambientais nos termos do inciso e o provedor de serviços ambientais será a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, ou grupo familiar ou comunitário que, preenchidos os critérios de elegibilidade, mantém, recupera ou melhora as condições ambientais dos ecossistemas” (BRASIL, 2021).

A delimitação das unidades territoriais de sub-bacias na bacia do córrego Rico foi definida no traçado da linha de maiores altitudes com início no ponto do exutório de cada região que corresponde ao ponto de menor altitude do polígono. Neste ponto foram coletados os dados de vazão $Q_{7,10}$. A rede de drenagem de cada região correspondeu a linha do dreno de pontos de menores altitudes do ecossistema da sub-bacia. A densidade de drenagem foi formada de acordo com as características da geologia e declividade correspondente às clases de relevo e geologia. As áreas de relevo mais ecentuadas encontram-se à montante, enquanto que na região a jusante o relevo é suave ondulado. As áreas mais vulneráveis foram observadas nas cotas superiores, região de manancial da bacia hidrográfica do córrego Rico, conforme Figura 4 A. As sub-bacias 32, 24, 22 e 8 são áreas urbanas e foram desprezadas na análise da vulnerabilidade da zona rural. O cálculo realizado em cada pixel permitiu o acesso às relações de causa e efeito entre os atributos ambientais de geologia, solo, declividade e uso do solo que o compõem cada sub-bacia na determinação dos ambientes mais vulneráveis (Figura 4 A). As resoluções (espacial, espectral, temporal e radiométrica) da imagem devem ser consideradas equivalentes nas relações coerentes entre cada plano de informação dos atributos ambientais no cálculo da vulnerabilidade. Nas áreas produtoras de água (Figura 4B) foi calculado a vazão $Q_{7,10}$ no intuito de obter o volume do serviço ecossistêmico (SE) e valorar a produção de água por sub-bacia.

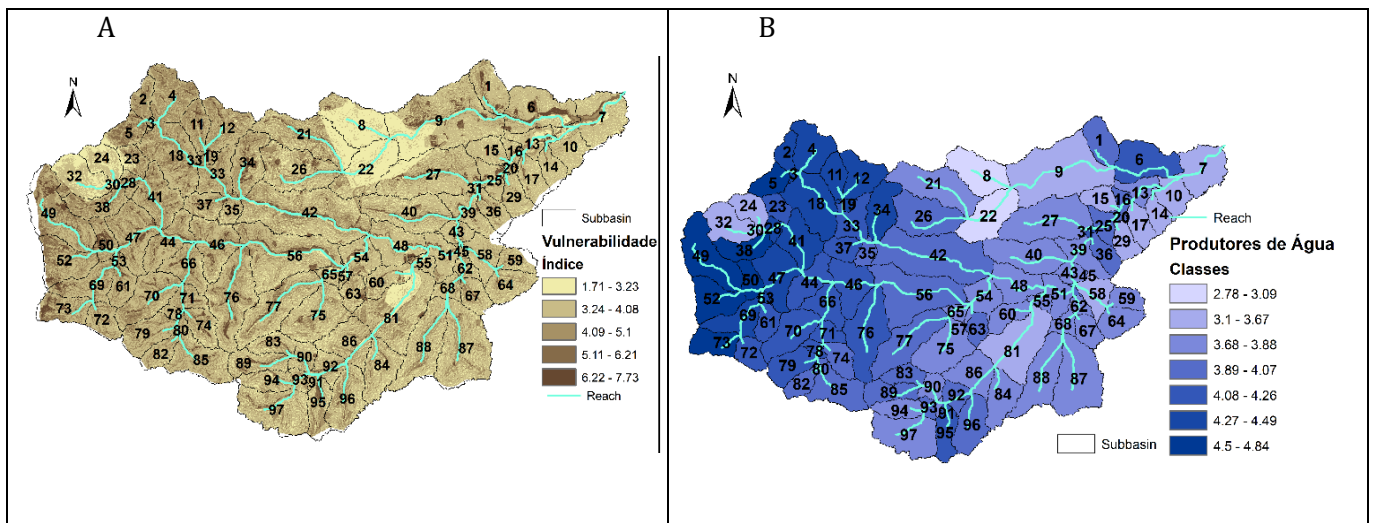


Figura 4. Zoneamento do índice de Vulnerabilidade Ambiental (A) para o Modelo Agropecuário Sustentável para Produção de

Água Limpa (B) na Bacia Hidrográfica do Córrego Rico (MASPAL - BH)

No setor de cada sub-bacia foi calculado o volume de água produzido na bacia, e este valor foi considerado o serviço ecossistêmico hídrico. Observa-se na bacia do córrego Rico que as áreas produtoras de água são caracterizadas no manancial a montante que equivale a região mais vulnerável da bacia. A eficiência de produção de água foi avaliada pela produção em relação ao valores de $Q_{7,10}$, dentro do limite de cada sub-bacia. Os valores da vazão foram divididos pelos valores das áreas de cada sub-bacia no intuito de verificar a disponibilidade hídrica e calcular o valor da taxa hídrica para determinar os indicadores numéricos para tornar o sistema mensurável. O serviço hídrico calculado baseia-se no gerenciamento do fluxo de água e de bens e serviços no desempenho da área do manancial em fornecer a água. O resultado equivale a um percentual que resume o quanto do serviço (água) foi realmente produzido em cada sub-bacia comparado com a área total da bacia do córrego Rico. Como a qualidade ou eficiência de produção de água não são fatores numéricos, é necessário utilizar indicadores para podermos calcular o nível de serviço.

A proposta metodológica para um programa de PSA como ferramenta de planejamento de políticas públicas no Modelo Agropecuário Sustentável (MAS) para a Produção de Água Limpa em bacias hidrográficas (MASPAL-BH) é baseada na Lei Nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021, em áreas de manancial em bacias hidrográficas, conforme esquema na Figura 5.



Figura 5. Esquema de planejamento para o PSA em áreas de manancial em bacias hidrográficas.

O conjunto de atividades de manejo e conservação do solo e da água nas sub-bacias de cabeceira (manancial de água) é considerado o serviço ambiental (SA). No conjunto de atividades, os produtores que realmente implementam práticas agrícolas que comprovadamente sejam sustentáveis, tais como a implementação de sistemas agroflorestais – SAF serão os provedores/recebedores de incentivos. Se este conjunto de atividades permitir a melhoria, a conservação e a recuperação dos serviços ecossistêmicos (SE) geradores de benefícios, tais como a água limpa e o solo de altíssima qualidade, essas atividades serão consideradas benefícios relevantes para a sociedade gerados pelos recursos naturais. Como o PSA pressupõem que seus provedores realizem as atividades claras, efetivas e duradouras nos ecossistemas envolvidos (sub-bacias de cabeceiras – manancial de produção de água) pode-se implementar o PSA de “provedor-recebedor” e “usuário-pagador” (Valera et al., 2017).

Em cada sub-bacia, a partir do percentual de fluxo de água de cada nascente; percentagem de água utilizada pela sociedade e as casas atendidas, pode-se calcular o nível de SE que está diretamente relacionado à vazão e a área de captação de água de cada sub-bacia, bem como o

processo de armazenamento de água no sistema hidrogeológico. Com este resultado tem-se um sinalizador das sub-bacias produtoras de água. Ao detectar as áreas mais vulneráveis da bacia, o programa de PSA irá pagar para o produtor o recurso financeiro para implementar o sistema sustentável de produção vegetal e animal nestas áreas. O gestor do PSA irá monitorar e verificar se a região que produz água está na área mais vulnerável. Se o proprietário da terra estiver praticando as melhores práticas de manejo para preservação e conservação dos recursos naturais nas sub-bacias hidrográficas, os resultados do modelo indicam que o monitoramento da água das cabeceiras e dos usos da terra em um esquema ES são suficientes para os pagamentos e será o ponto central para programas de PSA bem-sucedidos. Desta forma é possível melhorar os indicadores e ofertar níveis de serviço hídrico e de práticas agropecuárias sustentáveis, com maior e melhor qualidade – córrego Rico – Água Limpa. A partir de análise qualitativa, verifica-se que a adoção de atividades agropecuárias mais sustentáveis e a introdução de equidade e a assinatura de contratos com as comunidades são os principais elementos de programas de sucesso. Os provedores serão os produtores rurais que irão se disponibilizar a preservar e manter o serviço ambiental hídrico e de solo com boa qualidade a partir da implementação de sistemas sustentáveis de produção. Os usuários de água irão comprar o recurso hídrico mais limpo e irão se beneficiar da proteção de tal SE. Neste artigo, o foco do PSA é direcionado para o manejo das áreas à montante dos pontos das nascentes para aumentar a biodiversidade e também pelo armazenamento de água limpa no sistema de cada sub-bacia por diversas técnicas de manejo e conservação do solo e da água em agroecossistemas.

As ações implantadas devem ser monitoradas e o principal objetivo é reverter a situação de deterioração ambiental e fazer com que a área de captação de água tenha uma cobertura vegetal mais densa. Essa proposta metodológica de PSA não considera o sistema como um imposto e sim uma remuneração pela implementação de sistemas de produção vegetal, florestal e animal que mantenha e recupere bacias hidrográficas de mananciais que fornecem SE.

Considerações Finais

O Pagamento por Serviços Ambientais – PSA é baseado na disponibilidade hídrica e qualidade do solo das sub-bacias de manancial no mercado para financiamento da conservação do ecossistema que considera os princípios do usuário-pagador e provedor-recebido, pelos quais aqueles que se beneficiam dos serviços ambientais (como os usuários de água limpa) devem pagar por eles, e aqueles que contribuem para a geração desses serviços (como os proprietários de terra das sub-bacias a montante) devem ser compensados por proporcioná-los. Assim, essa ferramenta busca

conservar e promover o manejo adequado por meio de atividades de proteção e de uso sustentável da água e solo.

Agradecimentos

Financiamento: O presente estudo foi realizado no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Ciência do Solo da UNESP/FCAV, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)/Grupo de Pesquisa em Políticas de Uso do Solo - PolUS/UNESP/CNPq/Brasil. Para o autor⁵ integrado na UTAD/Centro de Investigação CITAB, foi ainda financiado pelo FEDER/COMPETE/POCI - Programa de Competitividade Operacional e Internacionalização, no âmbito do Projeto POCI-01-0145-FEDER-006958, e pelos Fundos Nacionais da FCT-Fundação Portuguesa para Ciência e Tecnologia, no âmbito do projeto UIDB/AGR/04033/2020. Para o autor⁶ integrado na UTAD/CQVR, os Fundos Nacionais da FCT - Fundação Portuguesa para a Ciência e Tecnologia, no âmbito do projeto UIDB / QUI / 00616/2020, apoiaram a investigação.

Referências Bibliográficas

- Agência Nacional de Águas (ANA), 2019. Conjuntura dos Recursos Hídricos: Informe 2016; ANA: Brasília, Brazil, 2016. Disponível online: <http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-deconteudos/conjunturas-dos-recursos-hidricos/informe-conjuntura-2016.pdf>
- Agência Nacional de Águas (ANA), 2021. Programa produtor de água; ANA: Brasília, Brazil, 2021. Disponível online: <http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-https://www.gov.br/ana/pt-br>
- Alcon, F., Marín-Miñano, C., Zabala, J. A., de-Miguel, M. D., & Martínez-Paz, J. M.; 2020. Valuing diversification benefits through intercropping in Mediterranean agroecosystems: A choice experiment approach. *Ecological Economics*, 171, 106593.
- Almeida, F. F. M. et alii.; 1981. Mapa Geológico do Estado de São Paulo. São Paulo, IPT. vol. 1, 126p (Nota Explicativa).
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., de Moraes, G., Leonardo, J., & Sparovek, G.; 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728.
- Andrade, E. M., Guerreiro, M. J. S., Palácio, H. A. Q., & Campos, D. A.; 2020. Ecohydrology in a Brazilian tropical dry forest: thinned vegetation impact on hydrological functions and ecosystem services. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 27, 100649.
- Araújo, R. S., & Crispim, Z. M. P.; 2017. Anthropogenic Actions in the Environment: The Idea of "Environmental Underdevelopment". *Environ Pollut Climate Change*, 1(126), 2.
- Begossi, A., May, P. H., Lopes, P. F., Oliveira, L. E., Da Vinha, V., & Silvano, R. A. (2011). Compensation for environmental services from artisanal fisheries in SE Brazil: Policy and technical strategies. *Ecological Economics*, 71, 25-32.

Bellver-Domingo, A., Hernández-Sancho, F., & Molinos-Senante, M. (2016). A review of Payment for Ecosystem Services for the economic internalization of environmental externalities: A water perspective. *Geoforum*, 70, 115-118.

Bellver-Domingo, A., Hernández-Sancho, F., & Molinos-Senante, M.; 2016. A review of Payment for Ecosystem Services for the economic internalization of environmental externalities: A water perspective. *Geoforum*, 70, 115-118.

BRASIL. Lei 12651/2012. Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021 [on line] <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.119-de-13-de-janeiro-de-2021-298899394>

BRASIL. Lei 12651/2012. Código Florestal Brasileiro [on line] http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm

BRASIL. Lei 4771/1965. Código Florestal Brasileiro [on line] <http://www.planalto.gov.br/ccivil03/leis/L4771.htm>.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do Agronegócio : Brasil 2017/18 a 2027/28 projeções de longo prazo / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. – Brasília : MAPA/ACE, 2018. 112 p. ISBN 978-85-7991-116-3

Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., & Müller, F. (2012). Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological indicators*, 21, 17-29.

Camargo, M. N., Klamt, E., Kauffman, J. H.; 1987. Classificação de solos usada em levantamentos pedológicos no Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.12, p.11-33.

Canada, C. B. dos S.; Mariotoni, C. A.; Barbosa, P. S. F. 2017. Pagamento por serviços ambientais em área de mananciais: estudo de caso do Ribeirão Balainho, São Paulo. *Confins* [Online], v.31.

Canova, M. A., Lapola, D. M., Pinho, P., Dick, J., Patricio, G. B., & Priess, J. A.; 2019. Different ecosystem services, same (dis) satisfaction with compensation: A critical comparison between farmers' perception in Scotland and Brazil. *Ecosystem services*, 35, 164-172.

Canova, M. A., Lapola, D. M., Pinho, P., Dick, J., Patricio, G. B., & Priess, J. A.; 2019. Different ecosystem services, same (dis) satisfaction with compensation: A critical comparison between farmers' perception in Scotland and Brazil. *Ecosystem services*, 35, 164-172.

Cheng, B., Li, H., Yue, S., & Huang, K.; 2019. A conceptual decision-making for the ecological base flow of rivers considering the economic value of ecosystem services of rivers in water shortage area of Northwest China. *Journal of Hydrology*, 578, 124126.

Costa, R. C. A., Pereira, G. T., Pissarra, T. C. T., Siqueira, D. S., Fernandes, L. F. S., Vasconcelos, V., ... & Pacheco, F. A. L. (2019). Land capability of multiple-landform watersheds with environmental land use conflicts. *Land use policy*, 81, 689-704.

CPRM—2005. Serviço Geológico do Brasil Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por água Subterrânea. Diagnóstico do Município de Igarassu, Estado de Pernambuco/Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Manoel Julio da Trindade G. Galvão, Simeones Neri Pereira, Jorge Luiz Fortunato de Miranda; CPRM/PRODEEM: Recife, Brazil. p. 11 + anexos.

Crepani, E., Medeiros, J. D., Hernandez Filho, P., Florenzano, T. G., Duarte, V., & Barbosa, C. C. F.; 2001. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial (p. 124). São José dos Campos: Inpe.

Fan, M., & Chen, L.; 2019. Spatial characteristics of land uses and ecological compensations based on payment for ecosystem services model from 2000 to 2015 in Sichuan Province, China. *Ecological informatics*, 50, 162-183.

FAO. 2017. Water for Sustainable Food and Agriculture a Report Produced for the G20 Presidency of Germany; FAO: Rome, Italy, ISBN 978-92-5-109977-3.

Geussens, K., Van den Broeck, G., Vanderhaegen, K., Verbist, B., & Maertens, M.; 2019. Farmers' perspectives on payments for ecosystem services in Uganda. *Land use policy*, 84, 316-327.

- Ghaley, B. B., Vesterdal, L., & Porter, J. R. (2014). Quantification and valuation of ecosystem services in diverse production systems for informed decision-making. *Environmental science & policy*, 39, 139-149.
- Horton, R. E.; 1945. Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geological society of America bulletin*, 56(3), 275-370.
- IBGE. 2020. Censo Demográfico 2010, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em: 31 March.
- IPT. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - Mapa Geológico do Estado de São Paulo. Divisão de Minas e Geologia Aplicada. São Paulo, 1981. v.1-2.
- Lima, A. P. M. de, Prado, R. B., Schuler, A. E., & Fidalgo, E. C. C.; 2015. Metodologias de monitoramento de programas de pagamento por serviços ambientais hídricos no Brasil. In Embrapa Solos-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 21., 2015, Brasília, DF. Segurança hídrica e desenvolvimento sustentável: desafios do conhecimento e da gestão: anais. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos.
- Machado, E. R., do Valle Júnior, R. F., Fernandes, L. F. S., & Pacheco, F. A. L.; 2018. The vulnerability of the environment to spills of dangerous substances on highways: A diagnosis based on Multi Criteria Modeling. *Transportation research part D: transport and environment*, 62, 748-759.
- MEA; 2005. Millennium Ecosystem Assessment – Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC. Copyright © 2005 World Resources Institute. <https://www.millenniumassessment.org/en/index.html>
- Moraes, M. C. P. de, Mello, K. de, & Toppa, R. H.; 2017. Protected areas and agricultural expansion: Biodiversity conservation versus economic growth in the Southeast of Brazil. *Journal of environmental management*, 188, 73-84.
- Núñez-Regueiro, M. M., Fletcher, R. J., Pienaar, E. F., Branch, L. C., Volante, J., & Rifai, S.; 2019. Adding the temporal dimension to spatial patterns of payment for ecosystem services enrollment. *Ecosystem Services*, 36(C), 1-1.
- Ola, O., Menapace, L., Benjamin, E., & Lang, H.; 2019. Determinants of the environmental conservation and poverty alleviation objectives of Payments for Ecosystem Services (PES) programs. *Ecosystem services*, 35, 52-66.
- Oliveira, C. de, Carolina, A., Barbosa Vilar, M., Gonçalves Jacovine, L. A., Oliveira Santos, M., & Daniele Jacon, A.; 2013. Histórico e implementação de sistemas de Pagamentos Por Serviços Ambientais no Estado de Minas Gerais. *Sustainability in Debate/Sustentabilidade em Debate*, 4(1).
- Oliveira, C. F., do Valle Junior, R. F., Valera, C. A., Rodrigues, V. S., Fernandes, L. F. S., & Pacheco, F. A. L.; 2019. The modeling of pasture conservation and of its impact on stream water quality using Partial Least Squares-Path Modeling. *Science of The Total Environment*, 697, 134081.
- ONU - Organização das Nações Unidas; 2021. Agenda 2030. Disponível em : <<http://www.agenda2030.com.br/>>
- Pacheco, F.A.L.; Fernandes, L.F.S.; Valle Junior, R.F.V.; Valera, C.A.; Pissarra, T.C.T. Land degradation: Multiple environmental consequences and routes to neutrality. *Curr. Opin. Environ. Sci. Health* 2018, 5, 79–86, doi:10.1016/j.coesh.2018.07.002.
- Parkhurst, G. M.; 2011. Payments for ecosystem services: mechanisms to achieve desired landscape patterns.
- Penteado, M. M.; Ranzani, G. 1971. Aspectos geomorfológicos e os solos do Município de Jaboticabal. *Gegraphica*, n.25, p.41-61 (separata).
- Pissarra, T. C. T., Politano, W., & Ferraudo, A. S.; 2004. Avaliação de características morfológicas na relação solo-superfície da Bacia Hidrográfica do Córrego Rico, Jaboticabal (SP). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28, 297-305.

- Pissarra, T. C. T.; Fernandes, L. F. S.; Pacheco, F. A. L.; 2021. Production of clean water in agriculture headwater catchments: A model based on the payment for environmental services. *Science of The Total Environment*, v. 785, p. 147331.
- Pissarra, T.C.T.; Valera, C.A.; Costa, R.C.A.; Siqueira, H.E.; Martins Filho, M.V.; Valle Júnior, R.F.D.; Fernandes, L.F.S.; Pacheco, F.A.L.; 2019. A Regression Model of Stream Water Quality Based on Interactions between Landscape Composition and Riparian Buffer Width in Small Catchments. *Water*, 11, 1757, doi:10.3390/w11091757.
- Rocha, J.S.M.; Carpes, C.M. Manual de Projetos Ambientais-2.ed.-Viçosa, MG: Ed. UFV, 2020. 889 p.: tab., gráf., il. (No Prelo).
- Rossi, M.; 2017. Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado. São Paulo: Instituto Florestal, 1, 118.
- Ruffo, S., & Kareiva, P. M.; 2009. Using science to assign value to nature. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(1), 3-60.
- Saaty, T. L.; 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of mathematical psychology*, 15(3), 234-281.
- Sagoff, M.; 2011. The quantification and valuation of ecosystem services. *Ecological Economics*, 70(3), 497-502.
- Santos, L. J. C., Oka-Fiori, C., Canalli, N. E., Fiori, A. P., da Silveira, C. T., & da Silva, J. M. F.; 2016. Mapeamento da vulnerabilidade geoambiental do estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, 37(4), 812-820.
- Saran, L.M.; Pissarra, T.C.T.; Silveira, G.A.; Constancio, M.T.L.; de Melo, W.J.; Alves, L.M.C. Land use impact on potentially toxic metals concentration on surface water and resistant microorganisms in watersheds. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2018, 166, 366–374, doi:10.1016/j.ecoenv.2018.09.093.
- Setre, C. M., Connor, J. D., & Wheeler, S. A.; 2019. Emerging water and carbon market opportunities for environmental water and climate regulation ecosystem service provision. *Journal of Hydrology*, 578, 124077.
- SIGRH - Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. CBH-MOGI - Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu. Coordenadoria de Recursos Hídricos. Acesso, may, 2020). (<http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhmogi/apresentacao>).
- Strahler, A. N. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 38(6), 913-920.
- Sunkel et al.; 1990. The environmental dimension in development planning. ECLAC/ILPES/UNEP. CEPAL, N. United Nations. Printed in Chile. ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN.
- Tsur, Y., 2020. Optimal water pricing: accounting for environmental externalities. *Ecol. Econ.* 170, 106429.
- Valera, C.A.; Pissarra, T.C.T.; Valle Júnior, R.F.D.; Oliveira, C.F.; Moura, J.P.; Fernandes, L.F.S.; Pacheco, F.A.L. The buffer capacity of riparian vegetation to control water quality in anthropogenic catchments from a legally protected area: A critical view over the Brazilian new forest code. *Water* 2019, 11, 549, doi:10.3390/w11030549.
- Valera, C. A., Pissarra, T. C. T., Martins Filho, M. V., Junior, R. V., Fernandes, L. S., & Pacheco, F. A. L.; 2017. A legal framework with scientific basis for applying the 'polluter pays principle' to soil conservation in rural watersheds in Brazil. *Land use policy*, 66, 61-71.
- Valle Junior, R. F. do, Varandas, S. G. P., Fernandes, L. S., & Pacheco, F. A. L.; 2014. Environmental land use conflicts: a threat to soil conservation. *Land Use Policy*, 41, 172-185.
- Veloso, H. P., Rangel-Filho, A. L. R., & Lima, J. C. A.; 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Ibge.
- Wolff, W.; Duarte, S. N.; Mingoti, R.; 2014. Nova metodologia de regionalização de vazões, estudo de caso para o Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 19, n. 4, p. 21-33.

6^o SSS

Simpósio sobre Sistemas Sustentáveis

- PARTE III -

Segurança Hídrica e Usos Múltiplos da Água

ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE PROJETO DE APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA EM EDIFÍCIO COMERCIAL NO MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL

| ID 19253 |

1 Eduardo Pierozan, 2 EneDir Ghisi, 3 Elise Sommer Watzko, 4 AndriGo Agostini

1 Engenheiro, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Energia e Sustentabilidade, eduardo.pierozan@posgrad.ufsc.br; 2 PhD, Professor do Departamento de Engenharia Civil, enedir.ghisi@ufsc.br; 3 Doutora, Professora do Departamento de Engenharia de Energia, elise.sommer@ufsc.br; 4 Biólogo, Mestre em Engenharia e Ciências Ambientais, au_agostini@yahoo.com.br

Palavras-chave: água da chuva; viabilidade econômica; programa Netuno.

Resumo

A água é um recurso natural limitado, considerado bem público e dotado de valor econômico. As mudanças nos padrões de consumo de água afetam a quantidade de água disponível, o que pode dificultar o abastecimento de água potável em muitas partes do mundo. Estratégias como a utilização de acessórios hidrossanitários economizadores, reutilização de água cinza e coleta de água da chuva em edifícios podem ser atreladas a medidas de promoção da sustentabilidade, pela diminuição da demanda do recurso hídrico e dos impactos vinculados aos processos de tratamento para potabilidade. Este trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade técnica e econômica da implementação um sistema de aproveitamento da água da chuva em um edifício comercial no Município de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul. O estudo foi dividido em quatro etapas principais: (1) identificação do objeto de estudo (2) diagnóstico, (3) elaboração de projeto de aproveitamento da água da chuva, e (4) análise de viabilidade econômica. O sistema de aproveitamento da água da chuva foi dimensionado para três diferentes cenários de consumo. Apesar de ser tecnicamente viável nos três cenários analisados, o sistema só seria economicamente viável no cenário que considerou o maior consumo de água. Nele, a redução do consumo de água da rede pública, devido ao aproveitamento de água da chuva, resultaria na redução da despesa mensal com a conta de água, com retorno do investimento em 148 meses e valor presente líquido de R\$ 549,76 no período de análise de 15 anos. Nos outros dois cenários analisados o sistema de aproveitamento de água da

chuva não seria economicamente viável, apesar da economia mensal de água potável de aproximadamente 34%. Isso se deve ao fato da estrutura tarifária da empresa distribuidora de água no município ter um custo fixo de R\$ 78,56 para consumidores da categoria comercial que consomem até 7 m³/mês. Apesar de o sistema de aproveitamento da água da chuva só ter viabilidade econômica em um dos cenários analisados para o objeto de estudo, deve-se considerar os benefícios ambientais obtidos em qualquer um deles. Destacam-se entre estes benefícios a redução da pressão sobre o sistema de captação de água nos mananciais e a redução do escoamento pluvial urbano. A existência de políticas públicas de incentivo a este tipo de aproveitamento no município em questão, ou de tarifas de água diferenciadas aos consumidores que utilizam água da chuva, poderiam promover a utilização em maior escala do sistema.

Introdução

De acordo com a Lei nº 9.433 (BRASIL, 1997), que Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, a água é um recurso natural limitado, considerado bem público e dotado de valor econômico. No entanto, a população brasileira tem apresentado aumento e concentração em certas regiões. Além disso, mudanças nos padrões de consumo de água afetam a quantidade de água disponível, o que pode dificultar o abastecimento de água potável em muitas partes do mundo (MARINOSKI; RUPP; GHISI, 2018).

A fim de promover a economia de água potável em edifícios, diversos estudos foram realizados sobre economia de água. Em edifícios comerciais a economia de água pode chegar a 78,9%, por meio da combinação de acessórios hidrossanitários economizadores, reutilização de água cinza e coleta de água da chuva (PROENÇA; GHISI, 2013; CUREAU; GHISI, 2019). Essas estratégias, desta forma, podem ser atreladas a medidas de promoção da sustentabilidade, pela diminuição da demanda do recurso hídrico e dos impactos relacionados aos processos de tratamento para potabilidade.

Neste contexto, a elaboração e implementação de projetos para conservação e uso racional da água vem ao encontro dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) determinados na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (UNITED NATIONS, 2015), especificamente o Objetivo 6: “Garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos”. Este trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade técnica e econômica da implementação um sistema de aproveitamento da água da chuva em um edifício comercial no Município de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul.

Material e Métodos

Este trabalho é dividido em quatro etapas principais: (1) identificação do objeto de estudo (2) diagnóstico, (3) elaboração de projeto de aproveitamento da água da chuva, e (4) análise de viabilidade econômica.

Objeto de estudo

O objeto de estudo é um edifício comercial situado na zona urbana do município de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul. Este edifício foi construído no ano de 2016, tem dois pavimentos, 197,7 m² de área construída e lotação máxima de 29 pessoas. A tipologia de uso é escritórios, e o abastecimento de água é 100% proveniente da rede pública.

Diagnóstico

O diagnóstico foi realizado com o intuito de retratar a atual situação da empresa instalada no objeto de estudo quanto a instalações hidrossanitárias, padrão de consumo de água e seus usos finais.

Para a avaliação técnica preliminar realizou-se uma vistoria à sede da empresa para análise das instalações hidrossanitárias e coleta de informações relevantes. Foram analisados e fotografados os equipamentos relacionados com o consumo de água, tais como torneiras e bacias sanitárias. Também foi avaliado o sistema de captação e descarte de águas pluviais. Na mesma ocasião, solicitou-se à administração cópias dos projetos arquitetônicos e hidrossanitários, além das faturas de consumo de água. Durante a visita às dependências da empresa, foi analisado o funcionamento e estado de conservação dos aparelhos sanitários, para verificar a existência de vazamentos visíveis.

O histórico de consumo real de água foi obtido por meio da fatura emitida pelo Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto de Caxias do Sul – SAMAE, que apresenta o consumo médio dos últimos 12 meses.

Para levantamento das informações gerais sobre utilização de água no local, realizou-se entrevista com a colaboradora responsável pela limpeza, obtendo-se os dados relativos à frequência e modo de limpeza, rega de jardins e outras atividades que utilizam água. Para os hábitos de consumo dos ocupantes, realizou-se a aplicação de um formulário eletrônico com perguntas sobre a utilização dos aparelhos que utilizam água no escritório, como o número de utilizações diárias e o tempo de uso destes aparelhos. A empresa possui vinte e dois colaboradores, mas em função das medidas de enfrentamento à pandemia impostas pelo governo municipal e estadual, parte da equipe trabalha sob o regime de teletrabalho, comparecendo na sede conforme a necessidade.

As vazões das torneiras dos banheiros e da copa foram medidas cronometrando-se o tempo que a água levava para encher um recipiente de volume conhecido (0,5 litro). Não foram medidas as vazões das torneiras da área de serviços e jardim pois o uso das mesmas é limitado aos funcionários da limpeza, que foram sujeitos a entrevista específica. As bacias sanitárias possuem caixa acoplada, e uma vez verificada a capacidade de armazenamento de cada uma, os seus volumes foram utilizados no cálculo dos consumos específicos.

A partir das respostas sobre hábitos de consumo de água foram calculados o consumo diário de água de cada ocupante e o consumo total no edifício. Pelas respostas obtidas com as entrevistas e questionários, classificou-se o consumo de água potável em quatro categorias: dessedentação, higienização pessoal, bacia sanitária, limpeza do edifício e outros (basicamente água utilizada para lavagem de louça, rega de plantas, consumo e outras atividades relacionadas à alimentação, como lavagem de frutas). Para o cálculo do consumo de água através do uso das torneiras utilizou-se a equação 1.

$$C_t = N_t \cdot T_t \cdot V_t \quad (1)$$

Onde:

C_t é o consumo de água de cada usuário através do uso da torneira (litros/dia);

N_t é a frequência de utilização da torneira (vezes por dia);

T_t é o tempo de cada utilização da torneira (segundos por vez);

V_t é a vazão média das torneiras (litros/segundo).

Para o cálculo do consumo de água através do uso das bacias sanitárias utilizou-se a equação 2.

$$C_b = N_b \cdot V_b \quad (2)$$

Onde:

C_b é o consumo de água de cada usuário através da bacia sanitária (litros/dia);

N_b é a frequência de utilização da bacia sanitária (vezes por dia);

V_b é o volume do dispositivo (litros).

A partir dos consumos individuais diários de cada ocupante, calculou-se o consumo mensal em função da frequência de cada ocupante na sede da empresa. A frequência foi levantada por meio do

questionário aplicado aos ocupantes. Os consumos mensais de água de cada ocupante foram calculados utilizando-se a equação 3.

$$C_{mi} = C_{di} \cdot F_i \quad (3)$$

Onde:

C_{mi} é o consumo mensal do ocupante “i” (litros/mês);

C_{di} é consumo individual diário de água do ocupante “i” (litros/dia);

F_i é a frequência do ocupante “i” na sede da empresa (dias por mês).

A quantidade de água utilizada na limpeza foi medida a partir de baldes com volumetria conhecida, sendo esta a forma de uso da água para este fim. Verificou-se o volume dos baldes utilizados e a proporção de enchimento praticada. O consumo mensal de água estimado para o edifício foi obtido por meio da soma dos consumos mensais de água de todos os seus ocupantes, acrescido do volume consumido na limpeza (equação 4).

$$CT_m = \frac{\sum_i^n C_{mi} + N_l \cdot V_l}{1000} \quad (4)$$

Onde:

CT_m é o consumo total mensal de água no edifício (m^3 /mês);

C_{mi} é o consumo mensal do ocupante “i” (litros/mês);

N_l é a frequência de limpeza do edifício (vezes por mês);

V_l é o volume de água consumido em cada limpeza (litros).

O consumo de água estimado foi então comparado à média histórica de consumo, objetivando verificar o grau de precisão das respostas obtidas sobre os hábitos de consumo. O método utilizado para estimativa do consumo foi adaptado de Proença (2007).

Elaboração de projeto de aproveitamento da água da chuva

Para a avaliação de viabilidade técnica do aproveitamento da água da chuva realizou-se a inspeção visual do sistema de drenagem pluvial provenientes do telhado e os projetos arquitetônicos da edificação. Para o dimensionamento do sistema de aproveitamento utilizou-se o programa Netuno, versão 4 (GHISI; CORDOVA, 2014), desenvolvido no Departamento de Engenharia Civil da

Universidade Federal de Santa Catarina. Os dados pluviométricos de Caxias do Sul foram obtidos no site da Agência Nacional de Águas (ANA, 2021), provenientes da estação pluviométrica código 02950033, referente ao período entre 01/09/1944 e 31/10/2020.

Análise de viabilidade econômica

A análise de viabilidade econômica foi realizada considerando o investimento inicial do sistema de aproveitamento da água da chuva e a economia estimada na fatura de água decorrente desta medida. Foram utilizados de três índices: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Payback Corrigido. O VPL é obtido pela soma de todos os valores de um fluxo caixa, trazidos para a data presente e descontada pela Taxa Mínima de Atratividade (TMA). A TIR é a taxa de desconto que torna nulo o valor presente líquido de um fluxo de caixa. Se a TIR superar a TMA, o investimento é classificado como economicamente atraente (PUCCINI, 2011). O Payback Corrigido mede o tempo necessário para recuperar o capital investido no projeto. Considerou-se a inflação de 0,5% ao mês para correção dos valores do fluxo de caixa, equivalente ao IPC-A médio dos últimos 20 anos (IBGE, 2021). A taxa mínima de atratividade utilizada foi de 0,42% ao mês, equivalente à SELIC média dos últimos 36 meses (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2021) e o período de análise de 15 anos. Foram consideradas ainda as tarifas de água e esgoto do SAMAE, que variam de acordo com o consumo. A análise de viabilidade foi realizada por meio do programa Netuno.

Resultados

Diagnóstico

A vistoria e avaliação das instalações hidrossanitárias foi realizada no dia 16 de março de 2021. No pavimento térreo, a edificação possui banheiros e área de serviços. As torneiras são do tipo simples (sem misturador). As caixas sanitárias são do tipo acoplada, com volume de seis litros e válvula de descarga simples. As torneiras dos três banheiros e da copa são dotadas de arejadores, dispositivos economizadores presentes na extremidade da bica da torneira que reduzem a seção de passagem da água através de peças perfuradas ou telas finas, possuindo orifícios na superfície lateral para a entrada de ar durante o escoamento da água. No primeiro andar a edificação possui banheiro unissex e copa. As torneiras são do tipo simples (sem misturador) e a caixa sanitária é do tipo acoplada, com volume de seis litros e válvula de descarga dupla.

O abastecimento de água se dá por gravidade, a partir de um reservatório de quinhentos litros instalado na cobertura. O descarte da água da chuva coletada nos telhados se dá por meio de tubulações de cem milímetros ligadas à rede pluvial, localizadas junto à área de serviços. Não foi

disponibilizado o projeto hidrossanitário da edificação. Durante a vistoria não foram detectados vazamentos de água.

O histórico de consumo real, extraído das faturas do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto de Caxias do Sul – SAMAE, é apresentado na Figura 1. O consumo médio mensal do período em análise foi de 6,14 m³, observando-se uma mudança brusca no padrão de consumo após junho de 2020, mês em que não foi realizada a leitura do hidrômetro por parte do SAMAE. Esta mudança se deve à redução da presença de colaboradores na sede da empresa, em função das medidas de restrição impostas devido à pandemia de Covid-19. De vinte e dois ocupantes, passaram a frequentar a empresa uma média de pessoas por dia. Ao analisar os períodos em separado, a média de consumo antes da pandemia (de jul/2019 a mai/2020) foi de 8,5 m³/mês, enquanto a média de consumo durante a pandemia (de jul/2020 a mar/2021) foi de 3,9 m³/mês (Tabela 1).

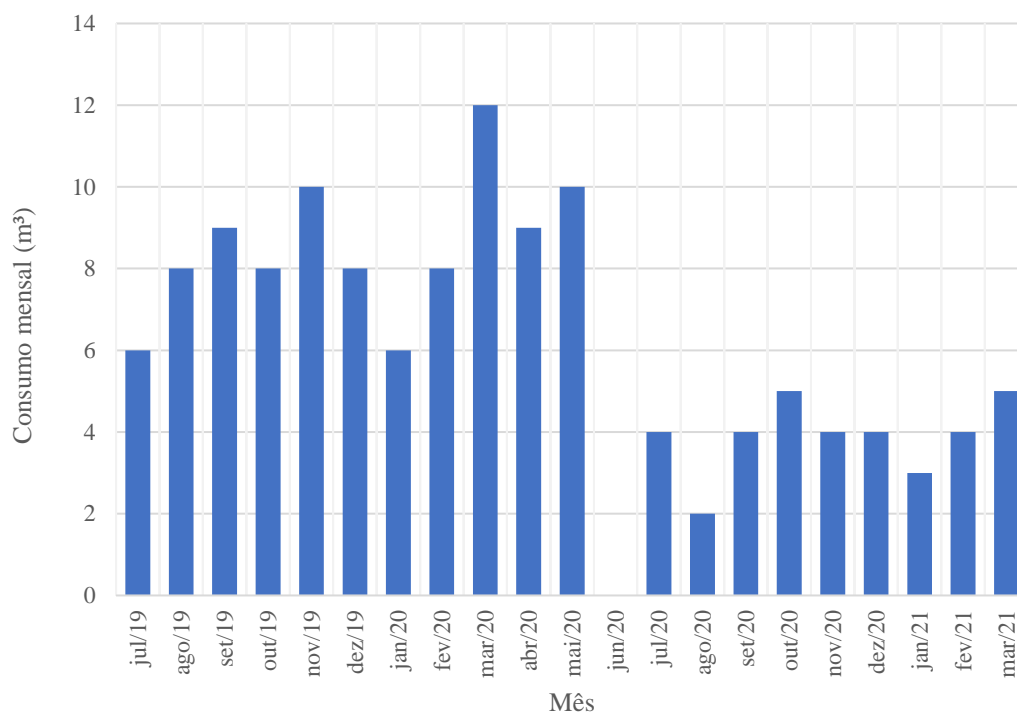


Figura 1: Histórico do consumo de água medido pela concessionária.

Tabela 1: Consumo médio de água antes e durante a pandemia.

Período	Consumo médio mensal (m ³)
Antes da pandemia (de jul/2019 a mai/2020)	8,5
Durante a pandemia (de jul/2020 a mar/2021)	3,9

O questionário para levantamento dos hábitos de consumo foi respondido por 17 dos 22 colaboradores da empresa (77%), que frequentam a sede em regime de revezamento, em virtude das restrições relativas ao controle da pandemia de Covid-19. Dessa maneira, a média diária de ocupantes é de seis pessoas. A partir das respostas ao questionário, obtiveram-se os dados quanto aos hábitos de consumo na sede da empresa (Tabela 2).

Tabela 2: Hábitos de consumo de água dos ocupantes.

Ocupante	Dias trabalhados na sede (dias/mês)	Nº de descargas na bacia sanitária (vezes/dia)	Uso da torneira do banheiro (vezes/dia)	Tempo de uso da torneira do banheiro (segundos)	Uso de água para beber, filtro ou torneira (litros/dia)	Uso da torneira para outras finalidades* (segundos/dia)
01	22	6	6	20	0,50	0
02	4	2	4	6	1,40	0
03	12	3	4	11	0,55	10
04	3	10	15	10	1,00	0
05	23	5	5	20	1,00	120
06	4	6	8	10	1,00	30
07	4	5	5	10	3,00	0
08	1	3	5	15	1,00	0
09	1	3	5	25	1,20	0
10	22	2	4	15	0,80	60
11	1	4	6	8	0,60	30
12	0	5	8	30	2,00	30
13	20	2	2	5	0,75	90
14	20	4	6	10	1,20	0
15	0	5	5	5	1,00	10
16	5	4	4	10	0,5	20
17	0	6	9	8	1,00	20
Média	8,4	4,4	5,9	12,8	1,1	24,7

Legenda: * usos relativos a lavar louça e fazer café

As vazões das torneiras (Tabela 3) foram determinadas por meio da medição direta *in loco*, conforme o método apresentado.

Tabela 3: Vazões das torneiras.

Torneira	Vazão (l/s)	
Jardim	0,22	
Área de serviço	0,14	
Copa	0,07	
Banheiro masculino (térreo)	0,10	0,09 (média)
Banheiro feminino (térreo)	0,10	
Banheiro (1 ^o andar)	0,07	

Com base nos hábitos de consumo (Tabela 2), vazões das torneiras (Tabela 3) e demais informações obtidas junto à equipe de limpeza (Tabela 4), foram determinados os consumos específicos (Tabela 5). Para o consumo em higiene pessoal se considerou a vazão média das torneiras dos banheiros. Para o consumo em outras finalidades, considerou-se a vazão da torneira da copa.

O consumo com atividade de limpeza foi estimado com base nas informações obtidas junto à equipe de limpeza e nas vazões das torneiras do jardim e da área de serviço. Para a limpeza interna, realizada quatro vezes por mês, são utilizados dez baldes com volume de oito litros, com 50% da capacidade. A limpeza externa é realizada uma vez por mês, com auxílio da mangueira, sendo que as torneiras permanecem abertas durante cerca de dez minutos para a higienização das duas áreas externas, sendo considerada a vazão média das torneiras do jardim e da área de serviço. Alguns ocupantes (12, 15 e 17) tiveram consumo total mensal igual a zero porque declararam não estarem frequentando a sede da empresa atualmente. Na Figura 2 é apresentada a representatividade dos consumos específicos.

O maior consumo específico apurado foi com as bacias sanitárias, que juntos representam 67% do consumo total. O segundo maior consumo específico ocorre com higiene pessoal (17%), seguido de outras finalidades (8%). O consumo com limpeza representa 5% do consumo total, enquanto dessedentação representa 3%. Este resultado está em linha com a maioria das pesquisas sobre usos finais de água, que apontam o consumo de água em descargas de bacias sanitárias como maior consumo específico, tanto em residências como em estabelecimentos comerciais (PROENÇA, 2007). Em estudo realizado para apurar os usos finais em prédios públicos localizados em Florianópolis, Kammers e Ghisi (2006) apresentaram dados que indicam o consumo com descargas em bacias sanitárias e mictórios representando, em média, de 68,8% do consumo total.

Tabela 4: Consumo de água nas atividades de limpeza.

Tipo	Frequência (vezes/mês)	Unidade de medida	Quantidade	Volume (L)	Vazão (L/s)	Consumo mensal (litros/mês)
Limpeza interna	4	Baldes	10	4	-	160
Limpeza externa	1	Tempo de uso das torneiras	600	-	0,18	108
TOTAL (L/mês)						268

Tabela 5: Consumos específicos.

Ocupante	Bacia sanitária (L/dia)	Higiene pessoal (L/dia)	Dessedentação (L/dia)	Outras finalidades (L/dia)	Consumo total (L/dia)	Consumo total (L/mês)
01	36	10,9	0,5	0,0	47,4	1042
02	12	2,2	1,4	0,0	15,6	62
03	18	4,0	0,6	0,7	23,2	278
04	60	13,6	1,0	0,0	74,6	224
05	30	9,1	1,0	7,8	47,9	1102
06	36	7,3	1,0	2,0	46,2	185
07	30	4,5	3,0	0,0	37,5	150
08	18	6,8	1,0	0,0	25,8	26
09	18	11,3	1,2	0,0	30,5	31
10	12	5,4	0,8	3,9	22,2	488
11	24	4,4	0,6	2,0	30,9	31
12	30	21,8	2,0	2,0	55,7	0
13	12	0,9	0,8	5,9	19,5	391
14	24	5,4	1,2	0,0	30,6	613
15	30	2,3	1,0	0,7	33,9	0
16	24	3,6	0,5	1,3	29,4	147
17	36	6,5	1,0	1,3	44,8	0
Média	26,5	7,1	1,1	1,6	26,8	280,5
Total	450	120	19	27	616	5037

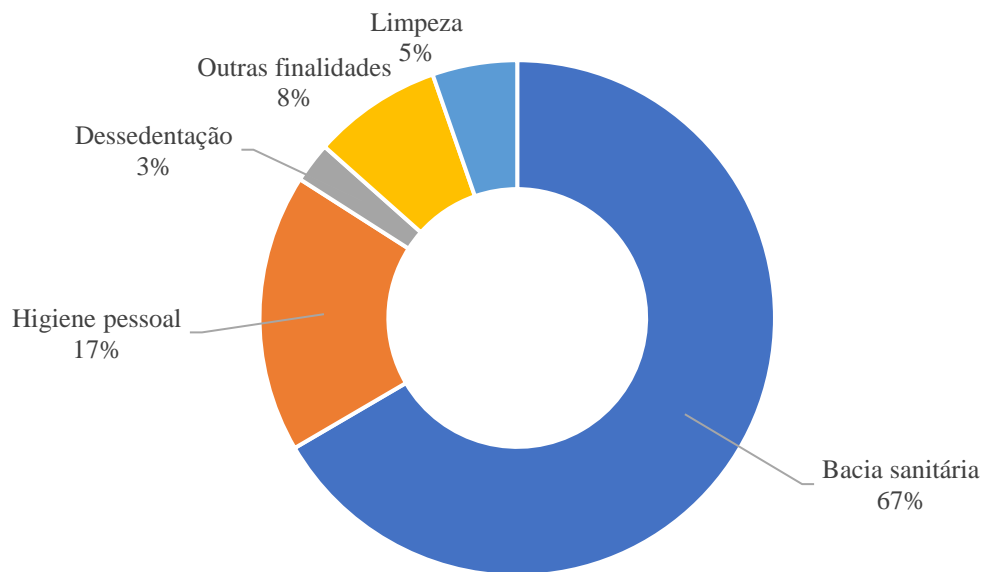


Figura 2: Usos finais de água na edificação em estudo.

No questionário sobre os hábitos de consumo os ocupantes foram incentivados a sugerir alternativas para reduzir o consumo de água na sede da empresa. As seguintes sugestões foram expostas pelos ocupantes: instalação de mictório no banheiro masculino; captação da água da chuva e utilização para limpeza de pisos ou descarga de bacias sanitárias; reuso da água dos lavatórios; substituição da descarga da bacia sanitária por um composto biodegradável, que quando misturado à água evita o odor, higieniza e muda a coloração do líquido na bacia sanitária; campanhas de conscientização interna informando o consumo da equipe, e estipular metas de economia; cada colaborador pode contribuir na tentativa de diminuir o tempo de torneira aberta durante a lavagem das mãos no banheiro e lavagem da louça na cozinha.

Aproveitamento da água da chuva

O aproveitamento da água da chuva foi a sugestão mais citada no questionário aplicado aos ocupantes da sede da empresa. De acordo com o projeto arquitetônico disponibilizado, a área de telhado para captação da água da chuva mede 215 m². A edificação onde a empresa está sediada é uma sala geminada, sendo que o telhado da sala vizinha (paredes compartilhadas) tem seu sistema de escoamento pluvial interligado com a sala objeto de estudo. Portanto, contabilizou-se a área de telhado de ambas as salas. A cobertura é de telha metálica, cujos valores de coeficiente de escoamento superficial variam entre 0,7 e 0,9 de acordo com a literatura (ROCHA, 2009), adotando-se portanto o valor médio de 0,8 para este parâmetro. Para fins de uso de água precipitadas,

considera-se que o escoamento inicial lava a área do telhado, sendo que seu descarte evita a deposição de sujeira no interior do reservatório. O descarte de escoamento inicial adotado foi de 2 mm, conforme recomendação da Norma NBR 15.527 (ABNT, 2019).

Optou-se por elaborar o projeto de aproveitamento da água da chuva sem reservatório superior. Esta escolha se justifica devido à dificuldade de instalar este reservatório na cobertura da edificação, bem como, para dispensar a necessidade de instalação de um sistema de bombeamento de água. O aproveitamento da água da chuva pretende atender às bacias sanitárias, área de serviço e jardim, e a não instalação do reservatório superior impede o abastecimento de somente uma bacia sanitária, aquela localizada no primeiro andar.

Pretende-se suprir 50% do consumo total de água com o aproveitamento da água das chuvas. Essa proporção representa o consumo total com limpeza e mais dois terços do consumo nas bacias sanitárias, baseado nos consumos específicos apresentados previamente. Não se considera suprir o consumo total das bacias sanitárias porque o sanitário do primeiro andar não será atendido pelo sistema de aproveitamento.

Tendo em vista que o consumo de água potável na sede da empresa foi fortemente influenciado pelas restrições impostas pela pandemia, e que ainda restam incertezas sobre como será o regime operacional futuro, foram considerados três cenários para fins do dimensionamento do sistema de aproveitamento de água da chuva: cenário 1: Manutenção do consumo atual ($3,9 \text{ m}^3/\text{mês}$); cenário 2: Consumo antes da pandemia ($8,5 \text{ m}^3/\text{mês}$) e Cenário 3: Consumo intermediário entre os dois cenários anteriores ($6,2 \text{ m}^3/\text{mês}$). Na Tabela 6 são apresentados os dados de entrada para o dimensionamento do sistema de aproveitamento de água da chuva.

Tabela 6: Dados de entrada do dimensionamento do sistema de aproveitamento de água da chuva.

Variável	Valor de entrada
Dados de precipitação	Valores obtidos da estação pluviométrica cód. 02950033 (01/09/1944 - 31/10/2020) em base diária
Descarte escoamento inicial	2 mm
Área de captação	210 m^2
Demanda total de água	Cenário 1: $3,9 \text{ m}^3/\text{mês}$ Cenário 2: $8,5 \text{ m}^3/\text{mês}$ Cenário 3: $6,2 \text{ m}^3/\text{mês}$
Percentual da demanda total a ser substituída por água pluvial	50%
Coefficiente de escoamento superficial	0,8

A primeira simulação do Netuno para cada cenário aponta o volume ideal para o reservatório, que é o volume com melhor potencial de utilização de água pluvial. Volumes superiores ao do volume ideal não apresentam aumento significativo do potencial de utilização de água pluvial, como indica o exemplo apresentado na Figura 3. A partir do volume ideal foi selecionado o reservatório de volume mais próximo disponível no mercado. Na Tabela 7 são apresentados os resultados obtidos por meio do programa Netuno para cada cenário.

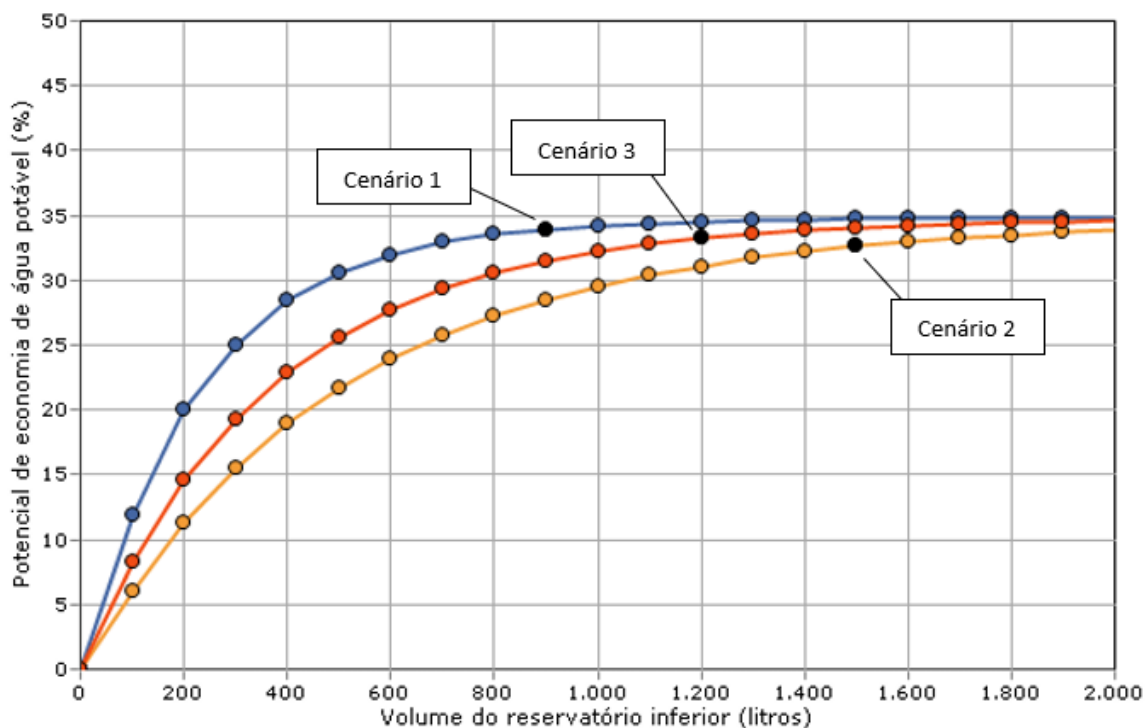


Figura 3: Determinação do volume ideal por meio do Programa Netuno.

Tabela 7: Resultados obtidos por meio das simulações.

Variável	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Consumo médio mensal (m ³)	3,9	8,5	6,2
Volume ideal para o reservatório (L)	900	1.500	1.200
Volume superior mais próximo disponível no mercado (L)	1.000	1.500	1.500
Potencial de economia de água potável (%)	34,2%	32,6%	34,0%
Água potável economizada mensalmente (m ³)	1,4	2,8	2,1
Água potável consumida mensalmente (m ³)	2,5	5,7	4,1

A implementação do sistema de aproveitamento de água da chuva inclui a instalação de uma rede hidráulica dedicada. O reservatório da água da chuva deve ser assentado em um suporte com aproximadamente um metro de altura a fim de compensar as perdas de carga e garantir que a água chegue por gravidade até a torneira da área de serviço e às bacias sanitárias do pavimento térreo. A rede hidráulica a ser instalada deve seguir as recomendações da NBR 5.626 (ABNT, 2020), quanto às tubulações e conexões. Toda a tubulação aparente deve ser identificada como “ÁGUA NÃO POTÁVEL”. Nas bacias sanitárias deve ser mantida a possibilidade de abastecimento com água potável, para que esta seja usada em caso de falta da água de chuva. Na área de serviço se recomenda, pelo mesmo motivo, que seja mantida a torneira existente, e que seja instalada uma torneira auxiliar de uso exclusivo da água da chuva, a qual deve receber a etiqueta com a identificação “ÁGUA NÃO POTÁVEL”. De acordo com a NBR 15527 (ABNT, 2019) a água de chuva captada deve passar por pré-tratamento antes da reservação, que inclui a instalação de dispositivos para remoção de sólidos indesejáveis e para o descarte de 2 mm da precipitação inicial. A manutenção do sistema de aproveitamento da água da chuva consistirá em inspeções e limpezas, de acordo com a frequência definida na NBR 15527 (ABNT, 2019).

O orçamento do sistema de aproveitamento de água da chuva foi realizado considerando os componentes previstos na instalação hidráulica, bem como os preços médios de materiais no mercado local. Na Tabela 8 é apresentado o orçamento previsto em cada um dos três cenários considerados, onde se estima o mesmo custo com materiais e mão de obra, variando apenas o custo do reservatório. Não foram considerados custos de operação e manutenção, uma vez que eles consistem em apenas inspeções e limpeza, que podem ser realizadas pela equipe de limpeza que já atua na empresa.

Tabela 8: Orçamento da instalação hidráulica.

Item	Cenário 1 (reservatório 1.000 L)	Cenário 2 (reservatório 1.500 L)	Cenário 3 (reservatório 1.500 L)
Reservatório	R\$ 410,00	R\$ 860,00	R\$ 860,00
Materiais da instalação hidráulica		R\$ 1.079,00	
Mão-de-obra		R\$ 500,00	
Custo estimado de instalação	R\$ 1.989,00	R\$ 2.439,00	R\$ 2.439,00

A partir da aplicação do método de análise econômica descrito, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 9. Segundo a análise, o projeto só seria economicamente viável no cenário 2, em que se considera o consumo médio anterior à pandemia, de 8,5 m³/mês. Neste cenário a redução

do consumo implicaria na redução da despesa mensal com a conta de água, com retorno do investimento em 148 meses e valor presente líquido de R\$ 549,76 no período de análise de 15 anos.

Tabela 9: Resultados da análise econômica dos cenários propostos.

Parâmetro	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Consumo médio mensal (m ³)	3,9	8,5	6,2
Volume adotado para o reservatório (L)	1.000	1.500	1.500
Custo estimado de instalação	R\$ 1.989,00	R\$ 2.439,00	R\$ 2.439,00
Valor presente líquido	R\$ -1.989,00	R\$ 549,76	R\$ -2.439,00
Tempo de retorno do investimento	Não há retorno do investimento	148 meses	Não há retorno do investimento
Taxa interna de retorno	-	0,65 %/mês	-

Considerações Finais

Apurou-se que nos cenários 1 e 3 o sistema de aproveitamento de água da chuva não seria economicamente viável, apesar da economia mensal de água potável de aproximadamente 34%. Isso se deve ao fato da estrutura tarifária do SAMAE ter custo fixo de R\$ 78,56 para consumidores da categoria comercial que consomem até 7 m³/mês. Ou seja, mesmo reduzindo o seu consumo não haveria redução na fatura mensal de água. Ainda assim, devem ser considerados os benefícios ambientais do aproveitamento da água da chuva, como a redução da pressão sobre o sistema de captação de água nos mananciais e a redução do escoamento pluvial urbano. Em adição, destaca-se que as estratégias mais adequadas para economia de água em edificações são aquelas que não só promovem economia de água potável, mas também aquelas que causam menos impacto ambiental em relação à energia incorporada ao longo do ciclo de vida (MARINOSKI; RUPP; GHISI, 2018). Esta análise não foi realizada no âmbito deste trabalho, que teve como foco a viabilidade técnica e econômica do aproveitamento de água da chuva. O município de Caxias do Sul, onde está localizado o objeto de estudo, não possui políticas públicas de incentivo a este tipo de sistema. A existência destas, ou de tarifas de água diferenciadas aos consumidores que utilizam água da chuva, poderia promover a utilização em maior escala deste tipo de aproveitamento.

Agradecimentos

Os Autores agradecem a Biometria Consultoria e Projetos Ltda, que gentilmente cedeu os dados para a elaboração deste trabalho e também à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Referências Bibliográficas

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Series históricas.** Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>>. Acesso em: 5 abr. 2021
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527. Água de Chuva: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – requisitos.** Rio de Janeiro, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626. Sistemas prediais de água fria e água quente — Projeto, execução, operação e manutenção.** Rio de Janeiro, 2020.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Calculadora do Cidadão. Correção de valores.** Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADA0/publico/exibirFormCorrecaoValores.do?method=exibirFormCorrecaoValores>>. Acesso em: 5 abr. 2021.
- BRASIL. **Lei nº 9.433, de 08/01/1997 – Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13/03/1990.** Brasília, 1997.
- CUREAU, R. J.; GHISI, E. Reduction of potable water consumption and sewage generation on a city scale: A case study in Brazil. **Water (Switzerland)**, v. 11, n. 11, 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo - IPCA. Tabela completa de séries históricas.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9256-indice-nacional-de-precos-ao-consumidor-amplo.html?t=series-historicas&utm_source=landing&utm_medium=explica&utm_campaign=inflacao#plano-real-mes>. Acesso em: 6 abr. 2021.
- KAMMERS, P. C.; GHISI, E. Usos finais de água em edifícios públicos localizados em Florianópolis, SC. **Ambiente Construído**, v. 6, n. 1, p. 75–90, 2008.
- MARINOSKI, A. K.; RUPP, R. F.; GHISI, E. Environmental benefit analysis of strategies for potable water savings in residential buildings. **Journal of Environmental Management**, v. 206, p. 28–39, 2018.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Manual prático para uso e conservação da água em prédios públicos.** Brasília, 2014.
- PROENÇA, L. C. **Usos Finais de Água Potável em Edifícios de Escritórios Localizados em Florianópolis.** Relatório de Iniciação Científica. Universidade Federal De Santa Catarina Centro, Tecnológico Departamento De Engenharia Civil. Florianópolis, 2007.
- PROENÇA, L. C.; GHISI, E. Assessment of Potable Water Savings in Office Buildings Considering Embodied Energy. **Water Resources Management**, v. 27, n. 2, p. 581–599, 2013.
- PUCCINI, E. C. **Matemática Financeira e Análise de Investimentos.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.

ROCHA, V. L. **Validação de um algoritmo para avaliação do potencial de economia de água potável e dimensionamento de reservatórios de sistemas de aproveitamento de água pluvial em edificações.** Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil, Florianópolis, 2009.

UNITED NATIONS. **SDG Good Practices.** Disponível em: <<https://sdgs.un.org/>>. Acesso em: 31 mar. 2021.

INVESTIGAÇÃO DA VULNERABILIDADE DE POÇOS DE ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO DE MARAU - RS

| ID 19397 |

Marina Ferlin Brugnera, Adailton de Mello e Cleomar Reginatto

Universidade de Passo Fundo, e-mail: www.upf.br

Palavras-chave: Vulnerabilidade; Poços de abastecimento; Método GOD.

Resumo

As águas subterrâneas são essenciais para a vida, não apenas por abastecerem as cidades, o campo e servirem de insumo para diversas atividades econômicas, mas também por sustentarem vários sistemas aquáticos como rios, lagos, mangues e pântanos. Porém muitos desses locais acabam sendo perfurados de forma inadequadas e ainda sofrem com a falta de manejo e controle, se tornando locais vulneráveis a contaminações, por diversas atividades antrópicas no seu entorno. O município de Marau, Rio Grande do Sul, tem registro de 144 poços subterrâneos distribuídos pelo município, segundo dados do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS, 2021). Devido ao seu grande crescimento demográfico muitas vezes sem o adequado planejamento, a poluição pode ser uma consequência, vulnerabilizando este nobre recurso subterrâneo. O presente artigo teve como finalidade diagnosticar as áreas de vulnerabilidades ambientais de poços de abastecimento público no município de Marau-RS. Foi utilizado o método GOD, na identificação das áreas mais vulneráveis, e posteriormente, realizado o mapeamento dessas áreas com o auxílio do *software arcgis*. Diante a dados analisados apontou-se seis pontos de maiores classificações de vulnerabilidades, bem como, apontou-se cinco pontos os quais não se classificam como mais vulneráveis, no entanto, situam-se nas proximidades de atividades potencialmente poluidoras, possuindo níveis estáticos próximos da superfície. Dentre essas classificações, fez-se necessário indicar três poços como os principais naturalmente vulneráveis, não deixando de levar-se em conta as atividades próximas dos mesmos, o que justifica a ordem de vulnerabilidade de maior para menor. O ponto 4300009420, como o primeiro mais vulnerável, apresentando vulnerabilidade natural de 0,36 e situando-se próximo de um cemitério. O ponto 4300002110, segundo mais vulnerável, devido a estar próximo de um posto de gasolina, e apresentar vulnerabilidade natural de 0,60. O ponto 4300027718 como o terceiro mais vulnerável, devido a estar próximo de uma indústria metalúrgica, e apresentar vulnerabilidade de 0,40. Nos dias atuais, verifica-se o surgimento de novas atividades em locais vulneráveis, denotando-

se assim a falta de conscientização e conhecimento. A fiscalização e o estudo desses locais vulneráveis é de suma importância, para que se iniciem a atenuação dos impactos, evitando possíveis problemas de contaminações, auxiliando na preservação deste recurso ambiental nobre.

Introdução

Os recursos hídricos, são essenciais para a sobrevivência humana, sua exploração e necessidade foram aumentando ao longo dos anos. Devido a necessidade de obter-se o conhecimento geral de usos e manejos de água, sejam por motivos de qualidade, escassez, excesso de água ou até mesmo pelo progresso do modelo de construções, desenvolveu-se a extração de água de baixas a altas profundidades.

As águas subterrâneas são essenciais para a vida, não apenas por abastecerem as cidades, o campo e servirem de insumo para diversas atividades econômicas, mas também por sustentarem vários sistemas aquáticos como rios, lagos, mangues e pântanos. Sem as águas subterrâneas, as florestas em regiões de clima seco ou tropical não sobreviveriam, tampouco os ambientes aquáticos existiriam ou cumpririam as suas funções ambientais (HIRATA *et al*, 2019).

A partir do descobrimento desse recurso natural, muitos poços foram perfurados, porém a falta de manejos qualificados envolvendo o encerramento inadequado da perfuração de uso, sumidouros de esgotos, rejeitos industriais, fertilizantes, agrotóxicos, chorumes provenientes de cemitérios e outros resíduos sólidos, bem como os gastos excessivos de água, tem vulnerabilizado os lençóis existentes, contaminando e secando cada vez mais os mesmos, dificultando o seu futuro uso e preservação.

No Brasil, à semelhança de outros países, esses recursos estão diretamente ligados à segurança hídrica, principalmente em um contexto de mudanças climáticas globais. Apesar de sua importância para o abastecimento urbano, indústria e irrigação, sua gestão ainda é precária e faltam dados sobre seu uso ou sobre os impactos causados por uma infraestrutura de saneamento deficiente (HIRATA, 2019).

Nesse sentido é de suma importância que se façam presentes estudos, pesquisas e divulgações do uso de lençóis freáticos, perante ao seu manejo, pois quanto mais água se tem, maior é a possibilidade de contaminação. Deve-se sim, utiliza-los para suas respectivas finalidades, porém de forma correta, sempre tratando o que for utilizado, para que não se contamine o que ainda será, de formas primaz e eficientes, sempre fiscalizadas pelas autoridades e população.

Os serviços de abastecimento de água no perímetro urbano e coleta e tratamento de esgoto sanitário de Marau, estão previstos no contrato de programa firmado entre o município e Corsan.

Para os serviços de manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais não foram identificados instrumentos legais estabelecidos. Também não foi observada a existência de entidade ou agência reguladora e fiscalizadora dos serviços de saneamento básico como prevê a Lei 11.445/2007 (PSBM, 2019). Devido à boa distribuição de lençóis freáticos pela cidade, a contínua instalação de indústrias e as atividades realizadas, o município de Marau, Rio Grande do Sul irá ser a causa de estudo para o presente artigo.

Para a avaliação da vulnerabilidade dos poços de abastecimento de Marau-RS foi utilizado o método GOD proposto por Foster e Hirata (1993) devido a sua simplicidade e objetividade.

A metodologia GOD, classifica a vulnerabilidade do aquífero em relação a três parâmetros: **G**, grau de confinamento hidráulico da água subterrânea; **O**, ocorrência de substratos suprajacentes e grau de consolidação da zona não saturada ou camadas confinadas e **D**, profundidade do nível d'água subterrâneo. Cada um dos parâmetros tem seu grau variando de zero a um, tendo o número zero como vulnerabilidade insignificante e um como vulnerabilidade extrema, o índice é calculado pela variação desses três parâmetros. (FOSTER e HIRATA, 1987 adaptado por FOSTER *et al*, 2002).

A figura 1 contém a sequência de parâmetros, atribuídos a valores perante as suas características.

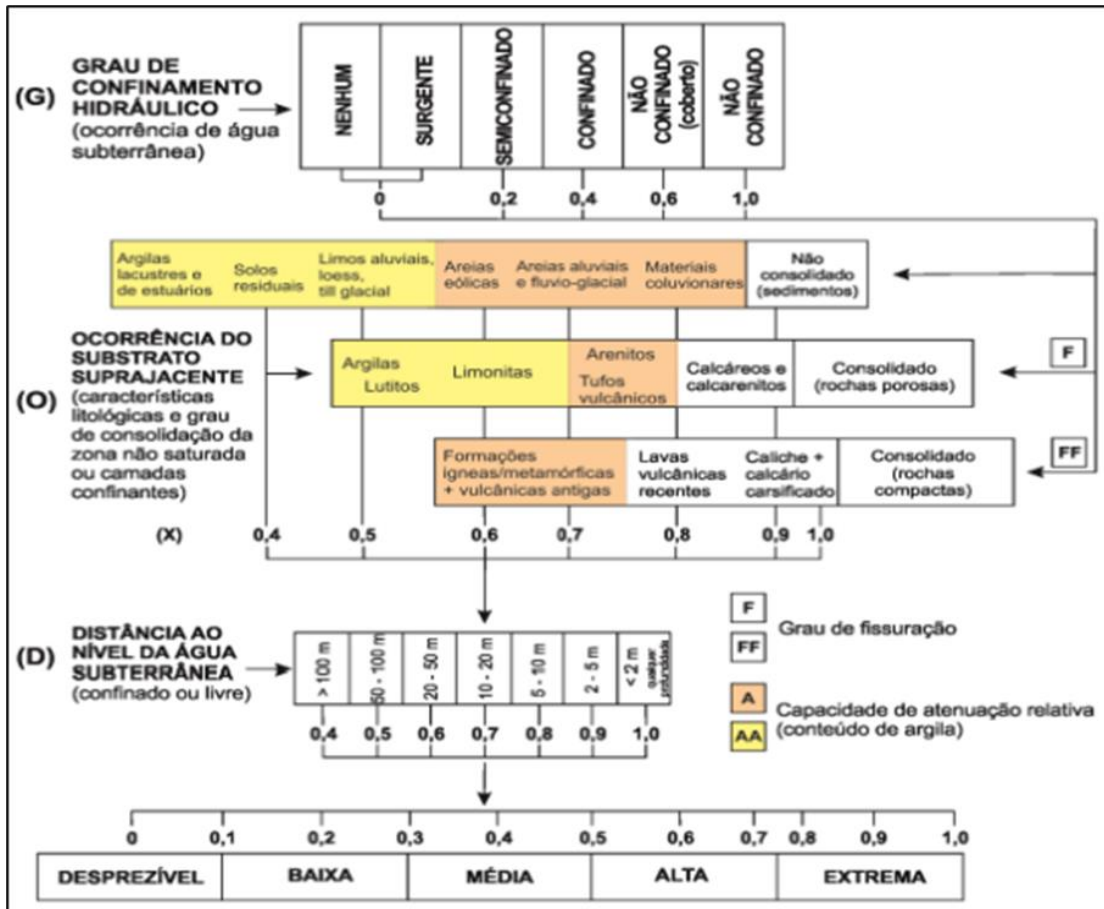


Figura 1: Classificações do método GOD para definir a vulnerabilidade de contaminação.

Fonte: Adaptado por Amaral Ana, Bayer Dr. Maximiliano, 2014.

O valor máximo do índice é 1,0, representando uma vulnerabilidade máxima. O valor mínimo é 0,016, se houver aquífero, ou mesmo zero se não houver aquífero (Lobo Ferreira *et al.*, 2009). As classes de vulnerabilidade de aquífero através do método GOD, podem ser atribuídas pelo Quadro 1

Quadro 1: Classes de vulnerabilidade do aquífero aplicados para o método GOD.

Intervalo	Classe	Característica
0 - 0,1	Desprezível	Desconsidera a camadas confinantes com fluxos verticais descendentes não significativos
0,1 - 0,3	Baixa	Vulnerável a poluidoras conservativos em longo prazo, quando continuamente e amplamente lançados
0,3 - 0,5	Média	Vulnerável a alguns poluentes, mas somente quando continuamente lançado
0,5 - 0,7	Alta	Vulnerável a muitos poluentes, exceto aqueles pouco móveis e pouco persistentes
0,7 - 1,0	Extrema	Vulnerável a muitos poluentes, com rápido impacto em muitos cenários de poluição

Fonte: Barboza et al. 2007

Os dados para realizar a aplicação do modelo GOD, foram retirados do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), bem como as suas localizações e característica naturais, obtidas em sua perfuração e estudo, tendo seus dados atualizados referente ao ano de 2021.

O método GOD aplica-se em investigações de vulnerabilidades naturais, no mesmo calcula-se o índice de vulnerabilidade através da multiplicação dos três fatores: grau de confinamento hidráulico da água subterrânea, ocorrência de substratos suprajacentes, profundidade do nível d'água subterrâneo. A partir de cada parâmetro do método, foram construídos mapas utilizando o software *arcgis 10.3*, para melhor entendimento e a apresentação de cada fator.

O mapa de vulnerabilidade foi realizado através da atribuição de valores de vulnerabilidade obtidos pelo método GOD para os poços de abastecimento. Posteriormente a formação do mesmo, utilizou o *software SAS Planet*, responsável por gerar a imagem georreferenciada do município e o *software Global Mapper 20*, para a obtenção das curvas de nível do terreno.

As shapes, consistem em um arquivo digital contendo as feições das características locais ou elemento gráfico aderido de suas referências espaciais, estas foram obtidas dos sites INDE, para os tipos de solos, hidrologia e hidrogeologia, do site do IBGE, para a shape dos limites municipais e do site SIAGAS para os pontos dos poços e os dados dos mesmos.

Estes dados foram importados para o *software arcgis 10.3*, o qual através de suas ferramentas, gerou um mapa informativo, permitindo analisar e visualizar dados, utilizado a projeção do Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas, SIRGAS 2000.

A interpolação realizou-se pelo uso da ferramenta de Ponderação do Inverso da Distância (IDW), a qual segundo Jakob Alberto; Eichman Augusto; Young Andrea (2006), implementa explicitamente o pressuposto de que as coisas mais próximas entre si são mais parecidas do que as mais distantes. Perante a isso, atribuiu-se um valor a um local que não tem devido a influência de um ponto a outro, no qual o valor vai diminuindo conforme a distância aumentada.

Resultados e Discussões

Na figura 2, constam-se os poços situados na cidade de Marau, registrados pelo site SIAGAS (2021). Classificam-se 123 poços, os quais contém os dados suficientes para a inserção no modelo GOD, do total de 144 poços de abastecimento registrados. Dessa forma, os 21 poços os quais não continham dados de níveis freáticos, foram anulados.

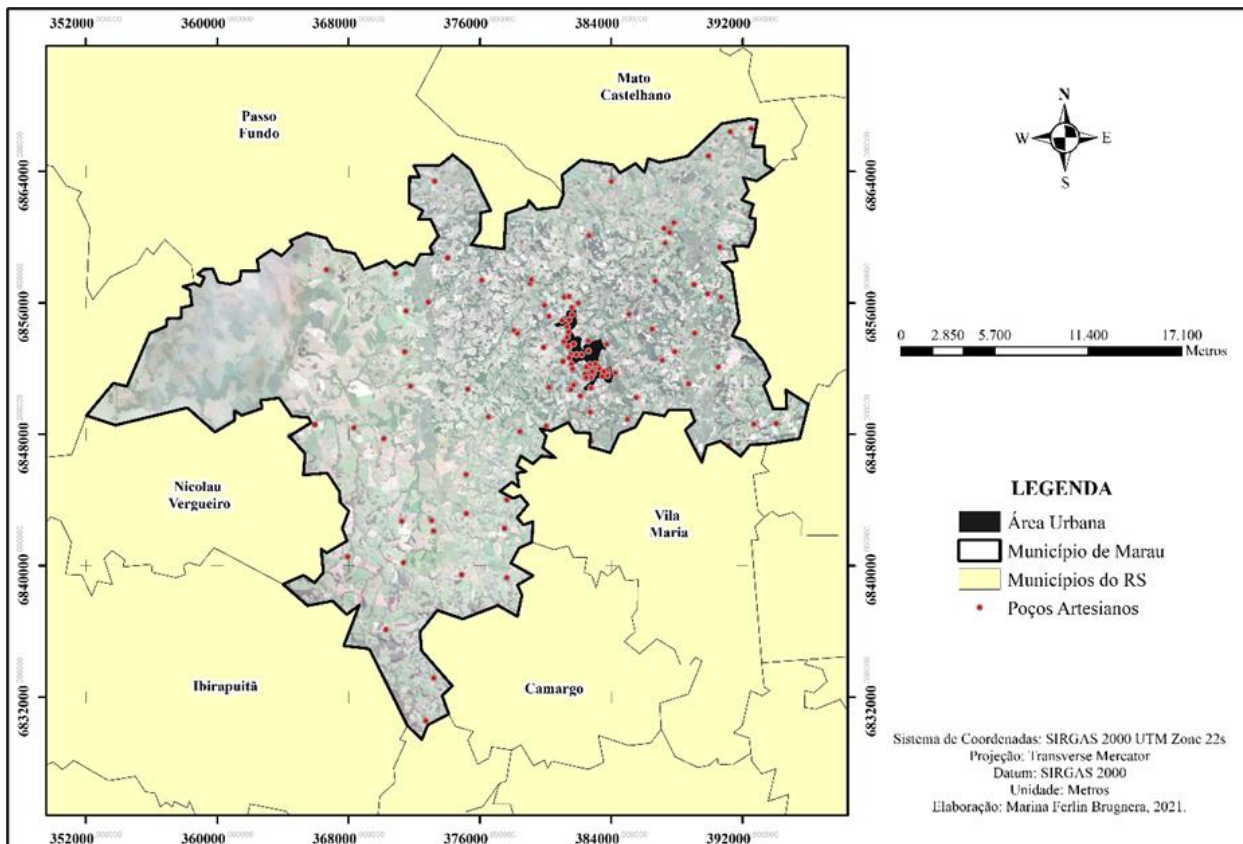


Figura 2: Mapa de localização dos poços artesanais do município de Marau.
Fonte: Autores, 2021.

A partir dados levantados, obteve-se as características mapeadas dos parâmetros de grau de confinamento hidráulico da água subterrânea (G); ocorrência de substratos suprajacentes (O) e grau de consolidação da zona não saturada ou camadas confinadas e profundidade do nível d'água subterrâneo (D), os quais se apresentam nas figuras 3, 4 e 5.

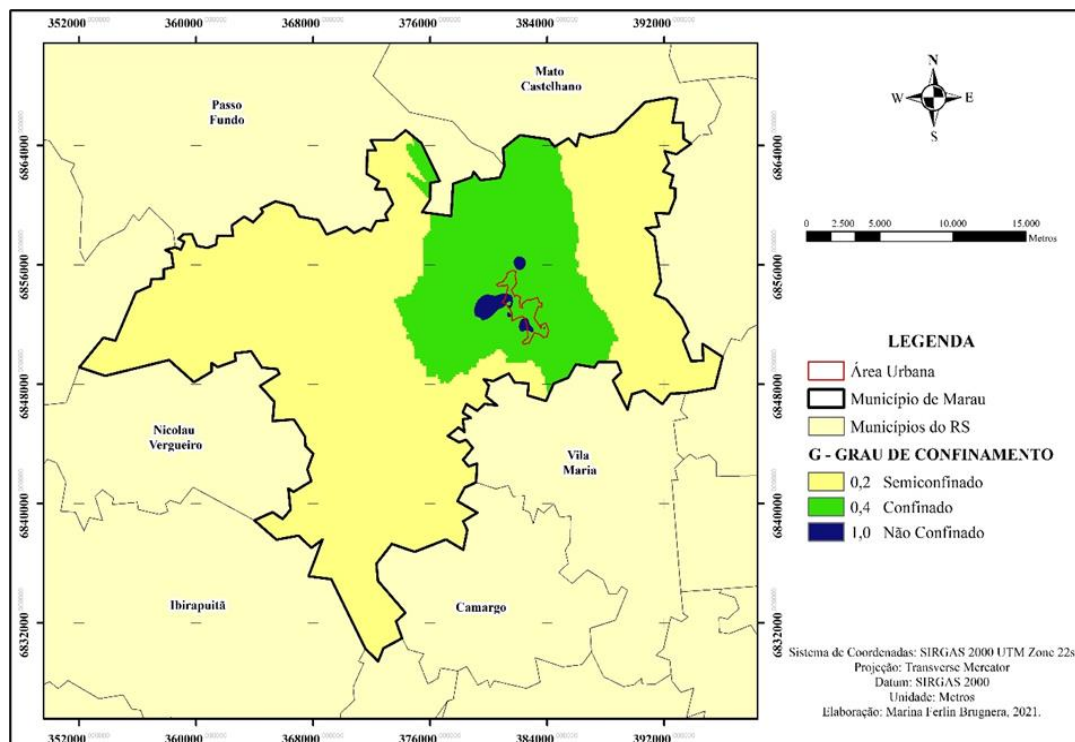


Figura 3: Mapa do Grau de Confinamento Hidráulico da cidade de Marau (G).
Fonte: Autores 2021.

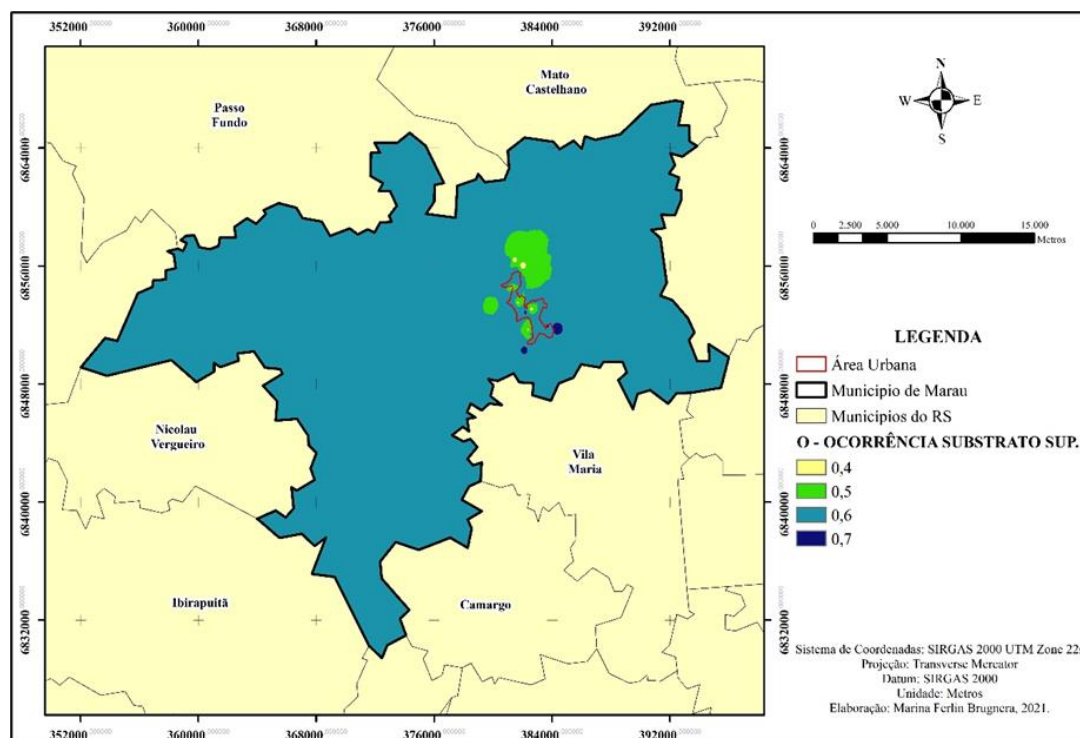


Figura 4: Mapa de Ocorrência do Substrato Suprajacente do Município de Marau.
Fonte: Autores 2021.

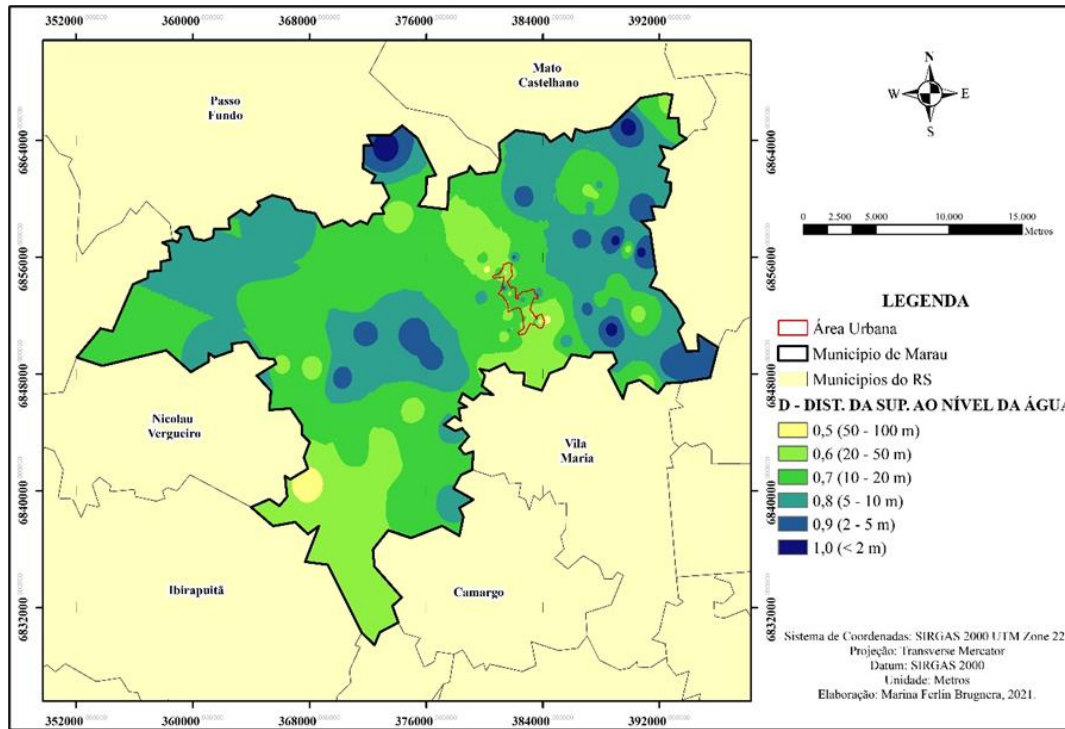


Figura 5: Mapa das distribuições de níveis freáticos, no município de Marau.
 Fonte: Aurores, 2021.

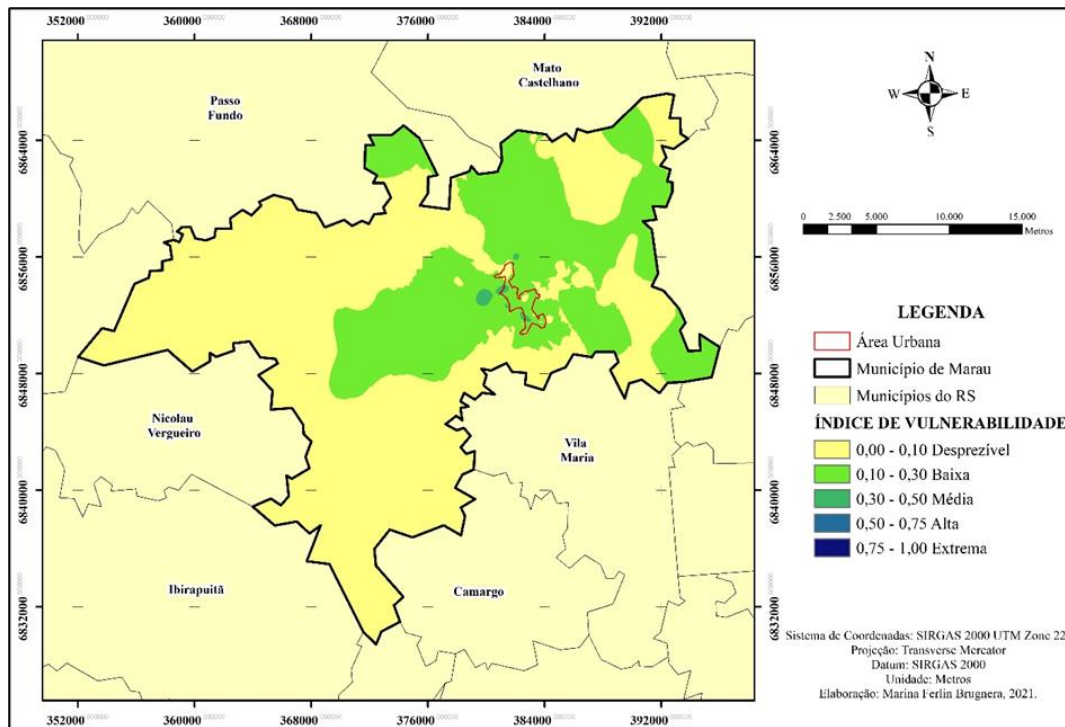


Figura 6: Mapa de vulnerabilidade de poços de abastecimento no município de Marau.
 Fonte: Autores, 2021.

A partir dos dados das três variáveis foi possível calcular o índice de vulnerabilidade demonstrado na figura 7.

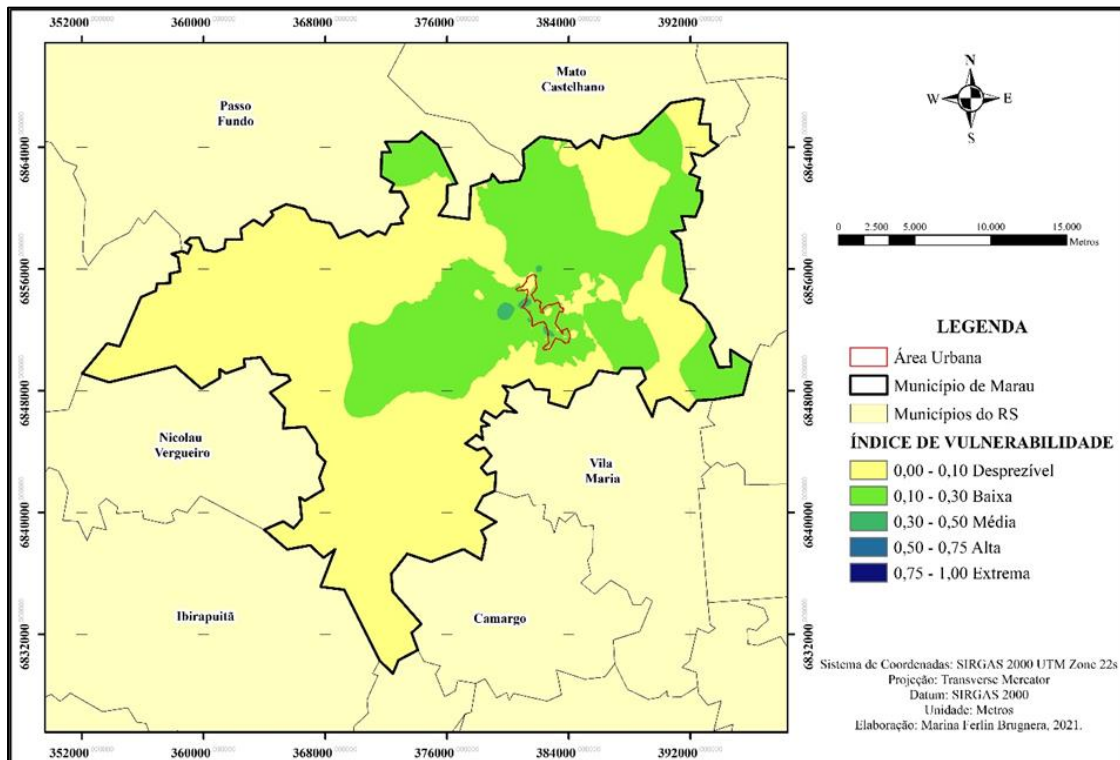


Figura 7: Mapa de vulnerabilidade de poços de abastecimento no município de Marau.
Fonte: Autores, 2021.

Nota-se que os índices de vulnerabilidade estão irregularmente distribuídos pela cidade, apresentando intervalos de vulnerabilidades desprezíveis (0,00 - 0,10) localizados predominantemente ao sul e ao oeste, ressurgido próximos a vulnerabilidades baixas (0,10 - 0,30) e médias (0,30 - 0,50), as quais se situam na área urbana ou aproximados. Os poços de alta vulnerabilidade (0,50 - 0,75) são de difícil visibilidade, pois consiste-se em um ponto apenas na parte urbana da cidade, e os graus de extrema vulnerabilidade (0,75 - 1,00) não existem.

Os poços os quais apresentam as maiores vulnerabilidades, distribuíram-se entre 0,30 e 0,60 graus, ou seja, suas classificações ficaram entre média e alta, distribuídos em 11 poços, na área urbana e aproximados da mesma.

Apresentaram-se dados nos quais pode-se constar que Marau tem muitas variedades de perfis. Os graus resultantes dos parâmetros avaliados, resultam em valores tais como: Grau de Confinamento de Água Subterrânea (G) o valor de 0,30, Ocorrência Substrato Suprajacente (O) o valor de 0,60 e

Nível Freático (D) o valor de 0,70. Esses valores resultam em um valor de 0,12 graus, classificando-se como baixa vulnerabilidade de contaminação para a área geral do município.

Para auxiliar numa melhor discussão da vulnerabilidade, na Figura 8 estão demonstradas as principais atividades potencialmente poluidoras do município de Marau-RS.

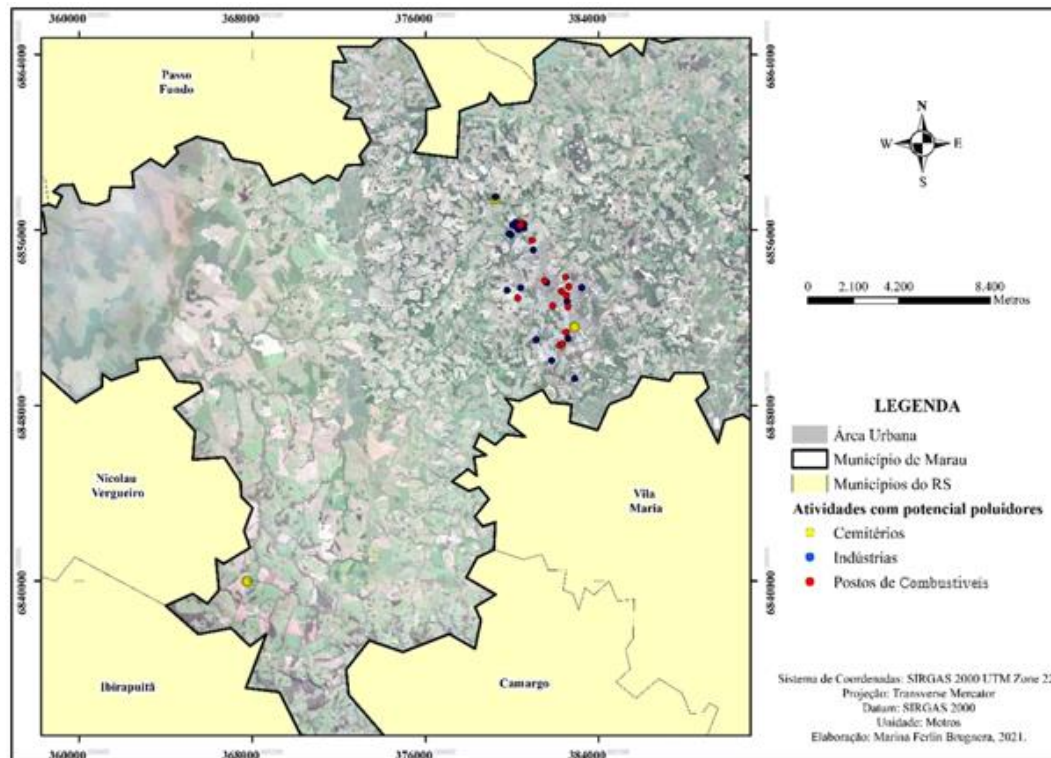


Figura 8: Atividades potencialmente poluidoras.
Fonte: Autores, 2021.

Perante os pontos de maior vulnerabilidade, classificou-se 6 principais pontos, segundo as localizações cadastradas no SIAGAS, os mesmos residem nos seguintes locais citados no quadro 2.

Os pontos mais críticos apresentados na investigação de vulnerabilidade no município de Marau pelo método GOD são:

4300009420 - Este poço, situa-se a 97 metros de proximidade do Cemitério municipal de Marau, possuindo NE de 15,49 e graduação de 0,36 de vulnerabilidade através do método GOD, e perante a localização do cemitério encontrar-se na faixa de classificação de intermédio de alta a extrema, como consta-se na figura 18, indica esse ponto como o mais vulnerável da cidade, visto que a área superficial ocupada, está em torno de 25 mil m², tendo-se como base de uso os 66 anos de emancipação do município, é uma atividade de longo prazo e com diferentes perfis de jazigos. A

variação de altura do poço com a do cemitério, aponta que o cemitério está em 4 metros abaixo do nível do poço. O risco de contaminação desse poço, se dá pela percolação de necrochorume.

4300002110 - Este poço situa-se a 275 metros do posto de gasolina, possuindo NE de 1,42. Perante as características e vulnerabilidade natural, atribuídas pelo método GOD, indica-se o a graduação de 0,60 para vulnerabilidade, e perante a localização de um posto de gasolina estar dentro da área indicada como vulnerabilidade média, representada na figura 18, indica-se este ponto como o segundo mais vulnerável. A variação de altura do poço com a do posto de gasolina, aponta que o posto está em 18 metros abaixo do nível do poço. O risco de contaminação desse poço, se dá pela percolação de gasolina.

4300027718 - Este poço situa-se a 123 metros de uma metalúrgica de pequeno porte, possuindo NE de 8,07 metros. Perante as características e vulnerabilidade natural, atribuídas pelo método GOD, indica-se graduação de 0,40 para vulnerabilidade, e perante a localização da metalúrgica estar situada na faixa de média vulnerabilidade, representada na figura 18, indica-se este ponto como o terceiro mais vulnerável. A variação de altura do poço com a metalúrgica, aponta que a metalúrgica está em 5 metros acima do nível do poço. O risco de contaminação desse poço, se dá pela percolação de compostos metálicos.

Quadro 2: Principais poços vulneráveis.

Número do ponto	Localização	Nível estático	Grau de vulnerabilidade	Distância de atividade potencialmente poluidora	Atividade potencialmente poluidora
4300002110	Vila nova Esperança Loteamento Mutirão I	1,42 metros	0,60 graus	275 metros	Posto de gasolina
4300025982	Vila Planalto	16,27 metros	0,42 graus	449 metros	Posto de gasolina
4300017158	Avenida Presidente Vargas 1570	18 metros	0,42 graus	224 metros	Cemitério municipal de Marau
4300027718	Via Perimetral Oeste, s/n - Industrial SEBBEN	8,07 metros	0,40 graus	123 metros	Metalúrgica de pequeno porte;
4300027717	Propriedade Rural	4,55 metros	0,36 graus	5 metros	Situando-se em alta proximidade de atividades agrícolas.
4300009420	Rua Vitório Tessaro	15,49 metros	0,36 graus	97 metros	Cemitério municipal de Marau.

Fonte: Autores, 2021.

Considerações Finais

Verifica-se que o problema em gerenciar recursos hídricos subterrâneos, atribuídos ao processo de crescimento da município de Marau. Em seu histórico de crescimento o município iniciou-se, onde nos mapas está situada a área urbana. Devido a isso, neste local situam-se a maior quantidade de poços e atividade poluidoras.

Perante ao mapeamento de vulnerabilidade realizado, contatou-se que Marau possui todos os seus pontos de maiores vulnerabilidades naturais indicados no centro urbano e aproximados do mesmo, o que os classifica com maior ou menor risco de contaminação, perante as atividades realizadas, influenciando diretamente na classificação dos mesmos.

Apontou-se o ponto **4300009420** como o ponto principal mais vulnerável, devido a estar próximo com o cemitério, e apresentar vulnerabilidade natural de 0,36, o segundo ponto mais vulnerável classificado foi o **4300002110**, devido a estar próximo de um posto de gasolina, e apresentar vulnerabilidade natural de 0,60, o terceiro ponto mais vulnerável é o **4300027718**, devido a estar próximo de uma indústria metalúrgica, e apresentar vulnerabilidade de 0,40.

Devido e a falta de conhecimento das vulnerabilidades naturais locais, os poços de abastecimentos estão expostos a riscos de contaminação de atividades realizadas na superfície do solo a décadas. Nos dias atuais, verifica-se o surgimento de novas atividades em locais vulneráveis, denotando-se assim a falta de conscientização e conhecimento de vulnerabilidades de poços de abastecimentos e recursos hídricos no geral.

A fiscalização e o estudo desses locais vulneráveis é de suma importância, bem como a aplicações de possíveis soluções ou de atenuações se faz imprescindível, uma vez que os poços são utilizados principalmente para abastecimentos.

Deve-se conscientizar a população de suas atividades futuras para que não hajam mais atividades potencialmente poluidoras em locais vulneráveis, bem como informar a qualidade da água que se está consumindo, evitando doenças, gerando um sistema consciente e com atividades cada vez mais sustentáveis.

Referências Bibliográficas

Amaral A. K. N.; Bayer. Maximiliano. VULNERABILIDADE DOS AQUÍFEROS DA SUB-BACIA DO RIO VERMELHO: APLICAÇÃO DO MÉTODO GOD. *In*: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO SBSR. 8., 2015, JOÃO PESSOA-PB, BRASIL. **Anais [...]**. JOÃO PESSOA: Universidade Federal de Goiás – UFG, 2015.p. 7404.

BARBOZA A. E. C.; ROCHA S. F. GUIMARÃES W. D. Estudo preliminar da vulnerabilidade do aquífero livre localizado na região de Ponta da Fruta, Vila Velha - ES. Anais Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 2007.

FOSTER, S.; HIRATA, R. **Determinação de riscos de contaminação das águas subterrâneas: um método baseado em dados existentes.** São Paulo: Instituto Geológico, 1993. (Boletim n.10).

FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M. **Groundwater Quality Protection: a guide for water service companies, municipal authorities and environment agencies.** Washington, D.C, The World Bank, 2002.

HIRATA, R.; SUHOGUSOFF, A.; MARCELINNI, S. S.; VILLAR, P. C.; MARCELINNI, L. **Água subterrânea e sua importância.** 2019. Disponível em: http://igc.usp.br/igc_downloads/Hirata%20et%20al%202019%20Agua%20subterranea%20e%20sua%20importancia.pdf. Acesso em: 02 mar. 2021.

HIRATA, R.; SUHOGUSOFF, A.; MARCELINNI, S. S.; VILLAR, P. C.; MARCELINNI, L. **Água subterrânea e sua importância.** 2019. Disponível em: http://igc.usp.br/igc_downloads/Hirata%20et%20al%202019%20Agua%20subterranea%20e%20sua%20importancia.pdf. Acesso em: 02 mar. 2021.

INDE - INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS. **Catálogo de geoserviços.** Disponível em: <https://inde.gov.br/CatalogoGeoservicos>. Acesso em: 08 mai. 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Downloads. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 06 mar. 2021.

Jakob. A. E.; Young A.F. O USO DE MÉTODOS DE INTERPOLAÇÃO ESPACIAL DE DADOS NAS ANÁLISES SOCIODEMOGRÁFICAS. In: XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP, realizado em Caxambu - MG - Brasil. **Anais [...].** CAXAMBU: UNICAMP, 2006.p 8.

LOBO FERREIRA, J. P.; LEITÃO, T. E.; OLIVEIRA, M. M.; ROCHA, J. S.; BARBOSA, A. E. **Guia técnico: Proteção das Origens Superficiais e Subterrâneas nos Sistemas de Abastecimento de Água.** Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Instituto Regulador de Águas e Resíduos, 2009

PMSBM. Plano Municipal de Saneamento Básico de Marau - RS. **Diagnostico Técnico Participativo e Mobilização Social.** 2019. Disponível em: http://www.pmmarau.com.br/images/downloads/saneamento/MARAU_Produto%20K_Volume%201.pdf. Acesso em: 02 mar. 2021.

SIAGAS. Sistemas de Informações de Águas Subterrâneas. **Mapas.** 2021. Disponível em: http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/visualizar_mapa.php. Acesso em: 02 mar. 2021.

6^o SSS

Simpósio sobre Sistemas Sustentáveis

- PARTE IV -

Políticas Públicas, Legislação e Meio Ambiente

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE DE UM HOSPITAL DA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE/RS.

| ID 18603 |

1Thiago Tepasse de Brum, 2Regina Célia Espinosa Modolo

1Universidade do Vale do Rio dos Sinos, e-mail: thiagotepasseh@gmail.com; 2Universidade do Vale do Rio dos Sinos, e-mail: reginaem@unisinos.br

Palavras-chave: Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde; Resíduos de Serviços de Saúde; Gestão Ambiental.

Resumo

Inúmeros são os aspectos ambientais com elevado grau de complexidade e relevância para a segurança da sociedade e do meio ambiente em uma unidade de saúde, como por exemplo, hospitais. A importância deste contexto, a evolução temporal da legislação acerca do gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde, e a obrigatoriedade de os estabelecimentos de saúde apresentarem um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), demonstram a necessidade de realizar estudos sobre as práticas adotadas no gerenciamento destes resíduos nestas unidades. Esta pesquisa tem como objetivo avaliar os processos de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde do Hospital Municipal de Novo Hamburgo-RS e propor soluções mais seguras e ambientalmente eficazes. O método proposto de identificação dos resíduos envolveu a separação dos setores por adesivos de cores e formatos diferentes, que foram colocados em embalagens de cor branca (Resíduos grupo A e B) e coletores de perfurocortantes (Resíduos Grupo E). Para a relação da quantidade de resíduos gerados, foi realizada a avaliação da existência de diferenças estatisticamente significativas entre os setores. Os resultados obtidos permitiram identificar as diferenças na geração dos resíduos por turno e foi possível também identificar um padrão de comportamento na geração de resíduos em relação aos meses de monitoramento. Ficou evidente, durante o estudo, a falta de infraestrutura interna, que contribuiu com as falhas na segregação e principalmente, relacionada a falta de conhecimento dos tipos de resíduos e da importância em buscar a correta segregação.

Introdução

No início do século XXI, as empresas passaram por adequações dos seus processos, aprimorando aspectos sociais e ambientais (GILSON, 2012). Desta forma, por exigência de mercado e das normas e leis atuais, as empresas passaram a adotar, além da eficiência econômica, a responsabilidade social e ambiental (BARBIERI, 2010), tornando-as atributo estratégico para manter a competitividade (LEE, 2012).

Entre as atividades sustentáveis que as empresas buscam, estão a redução do uso de recursos naturais, as melhorias na eficiência e redução de resíduos nos seus processos produtivos, visando melhorar a proteção do meio ambiente, além da redução de riscos para os funcionários (GLAVIC e LUKMAN, 2007). Um aspecto para a efetiva consolidação da sustentabilidade na cadeia de valor organizacional das empresas como um todo é a gestão baseada em indicadores (LYRA, GOMES e JACOVINE, 2009), esta linha de entendimento se enquadra para as unidades de saúde, pois do ponto de vista da estratégia de gestão empresarial, pretende-se estabelecer canais de comunicação e monitoramento para compreender as suas necessidades e nortear as decisões de operações e processos através dos resultados dos indicadores (KOLK, PINKSE e TOWARDS, 2007; JO e HARJOTO, 2012; REGO, 2013).

No Brasil, os indicadores vinculados aos aspectos ambientais relacionados às unidades de saúde são pouco pesquisados e a influência dos impactos gerados refletem aumento de custos, acidentes de trabalho e comprometimento de recursos naturais (OLIVEIRA NETO, 2015). Em unidades de saúde, como em hospitais, inúmeros são os aspectos ambientais, com alto grau de complexidade e importância para a segurança da sociedade e do meio ambiente (PAIVA e SOUZA, 2018). Silva e Almeida (2006) destacam que o envolvimento com as questões ambientais traz muitas melhorias nas condições de trabalho dos colaboradores, na qualidade ambiental do processo e na imagem pública do estabelecimento. Um dos aspectos principais que envolvem unidades tais unidades e que deveriam ter indicadores monitorados, são os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) que representam 2% dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e apenas uma parcela compreendida entre 10% a 25% necessitam de manejo diferenciado através de tratamento térmico. Por conseguinte, a eficiência dos processos de segregação de todos os resíduos no momento de sua geração resulta na minimização desses resíduos, em especial os que requerem um tratamento prévio à disposição final em aterro sanitário (PUGLIESI, 2010; PACHECO-MAGANÃ, 2013; ANVISA, 2018).

Em relação aos RSS, alguns autores consideram excessiva a preocupação com estes resíduos, enquanto outros consideram que devem ser tomadas providências necessárias para que não haja contaminação do meio ambiente com estes resíduos. Souza (2010) concordam, em seu estudo, que

uma forma de minimização da problemática dos RSS é a redução na fonte, seguida da segregação, reciclagem, tratamento e disposição final. Esta minimização na fonte contribui também com a segurança dos profissionais e pacientes dentro de unidades de saúde (NOLASCO, TAVARES e BENDASSOLLI, 2006).

Os RSS e as falhas no seu gerenciamento têm sido impactantes em termos dos impactos ambientais gerados e responsável por recorrentes acidentes de trabalho, principalmente devido à falta de informações a seu respeito, gerando dúvidas e dificuldades de compreensão entre funcionários, pacientes, familiares e, principalmente, na comunidade vizinha às edificações hospitalares e aos locais onde são depositados estes resíduos (OLIVEIRA, 2002; SILVA, VON SPERLING e BARROS, 2014; GALVÃO, SILVA e TEIXEIRA, 2013).

Este desconhecimento e a falta de informações sobre o assunto faz com que, em muitos casos, os resíduos sejam ignorados, ou recebam um tratamento com excesso de zelo, onerando ainda mais os já escassos recursos das instituições hospitalares. Não raro lhe são atribuídos a culpa por casos de infecção hospitalar e outros tantos problemas nos hospitais e unidades de saúde. A incineração total dos RSS é um exemplo comum de excesso de cuidados, sendo onerosa devido as formas de controle e tecnologias exigidas em função das emissões atmosféricas (OLIVEIRA, 2002).

Os avanços na qualidade da assistência à saúde – inclusive com o aumento crescente e gradativo do uso de equipamentos e insumos descartáveis – juntamente com a expansão da indústria farmacêutica – trazem como consequência o aumento da geração de resíduos que precisam de tratamento ABRELPE (2018). Outro fator que impacta na elevação dos custos para o tratamento e disposição final dos resíduos é a segregação, sendo que toda a massa em contato com resíduos com características patogênicas torna-se contaminada, devendo ser destinada e tratada como tal. Isso deveria mobilizar esforços das unidades de saúde para reduzir na fonte a quantidade de resíduos infectantes gerados e segregá-los com o máximo de eficiência (WU, 2008; CURRIOL, ROCHA e LANGE, 2006).

Considera-se que os primeiros passos para um gerenciamento adequado dos RSS são a caracterização e quantificação dos resíduos gerados no estabelecimento de saúde, que servem de parâmetro para a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), influenciando desde as condições de acondicionamento, armazenamento, coleta e os tipos de tratamento para os diferentes Grupos de resíduos até a disposição final (LEMONS, SILVA e PINTO, 2010; PINTO, 2016).

Tendo em vista a importância do panorama apresentado, a evolução temporal da legislação acerca do gerenciamento dos resíduos, e a obrigatoriedade dos estabelecimentos de saúde em apresentar o PGRSS, verifica-se a necessidade de realizar estudos sobre as práticas adotadas no

gerenciamento destes resíduos nas unidades de saúde e assim traçar um comparativo entre a situação atual em uma série histórica de modo a possibilitar a avaliação das formas de gerenciamento dos resíduos e visando a implementação de ferramentas ambientais que venham contribuir para a melhoria contínua dos processos reduzindo custos e melhorando a saúde e segurança dos funcionários e pacientes.

Material e Métodos

Esta pesquisa foi realizada tendo como objeto de estudo o Hospital Municipal de Novo Hamburgo (HMNH), que conta com 240 leitos e realiza uma média mensal de 1.000 internações. O hospital presta atendimento ininterrupto em urgência e emergência, na sua totalidade pelo Sistema Único de Saúde (SUS).

O HMNH possui 16 setores além das áreas administrativas e para facilitar a identificação dos RSS no armazenamento externo, foi definida uma cor para cada conjunto de setores, esta definição permite minimizar a ocorrência de erros no momento de identificar dos resíduos. Neste sentido, foram separadas as cores por unidades semelhantes que possuem os mesmos tipos de resíduos (Fluxograma 1). A separação foi realizada entre Bloco Cirúrgico, UTI's (UTI 1 e UTI 2), Emergência (Sala Vermelha, Sala Laranja e Acolhimento), Unidades de Internação (Águia, Andorinha, Beija Flor e Sabiá), Maternidade (UTI Neonatal, Cegonha e Centro Obstétrico), Áreas Administrativas, Laboratório, Serviços de Imagem e Serviço de Nutrição.

O método proposto envolveu a separação dos setores por etiquetas (diferenciadas por cores e formatos), definindo diferentes cores para cada setor e formatos para cada turno de trabalho. Foram colocadas as etiquetas nos sacos pretos (resíduos Grupo D), sacos brancos (resíduos Grupo A e B) e coletores de perfurocortantes (resíduos Grupo E) em todos os setores assistenciais, incluindo os setores administrativos e de apoio. Desta forma todos os resíduos gerados no Hospital, foram identificados com etiquetas de cores e formatos correspondentes aos setores e turnos de origem.

As etiquetas foram anexadas nos sacos e caixas de resíduos antes de transportá-los para o armazenamento temporário, esta metodologia foi adaptada do trabalho desenvolvido por Pinto (2016). No presente estudo, esta identificação foi realizada de acordo com o formato geométrico das etiquetas, representando um turno para cada formato distinto, desta forma foi possível definir com exatidão as equipes que não realizam corretamente a segregação dos RSS. O quadrado identifica o turno da manhã; triângulo para o turno da tarde; círculo para o turno da noite 1; pentágono para o turno da noite 2.

Os colaboradores da higienização fizeram o uso de etiquetas coloridas (cada cor representa uma área hospitalar) para identificar cada setor. Os setores foram associados com a mesma cor, pois são setores semelhantes, possuem os mesmos tipos de pacientes e, conseqüentemente, geram os mesmos resíduos. Foi definido a cor roxa para o Bloco Cirúrgico; vermelho para as duas UTI's; verde para os setores da emergência; azul para os setores de internação; rosa os setores da maternidade; cinza as áreas administrativas; amarelo o laboratório; marrom serviços de imagem; e azul escuro para o serviço de nutrição.

A justificativa para o método adotado em relação as etiquetas, deve-se ao fato de que, o uso de anotações feitas manualmente e a caneta não conferiam garantia de permanência da identificação dos resíduos coletados, por exemplo, quando a embalagem permanecia armazenada em um local úmido. Além disso, as identificações das etiquetas ficavam condicionadas ao preenchimento delas por colaboradores que tivessem uma caligrafia compreensível. Esta metodologia contribuiu com a identificação das equipes negligentes e/ou ineficientes em relação à segregação dos RSS, para direcionar futuros treinamentos prioritariamente a elas.

Posteriormente, foi elaborada uma Instrução Normativa (IN) descrevendo o processo de trabalho dos profissionais da higienização em relação ao gerenciamento de resíduos para formalizar e institucionalizar dentro da unidade hospitalar, objeto de estudo. A IN segue as etapas do fluxograma de gerenciamento dos resíduos definido pelo presente estudo.

Esta etapa do trabalho é baseada na metodologia abordada e descrita por Caetano e Gomes (2006) para determinar a quantidade de RSS gerado pelo HMNH e analisar quantitativamente os resíduos infectantes, biológicos/químicos e perfurocortantes (Grupos A, B e E). Os RSS do Grupo D não foram objetos deste estudo, pois são armazenados em local específico para este Grupo e são recolhidos pela prefeitura sem custo direto para a instituição e se forem segregados corretamente não apresentam riscos para a saúde humana e impactos ambientais menores que os demais Grupos.

No período de sete meses, diariamente ocorreu a pesagem e identificação dos RSS, de 01 de janeiro de 2018 à 31 de julho de 2018, para posterior análise e mensuração. Ao contrário das etiquetas, que no sistema anterior deveriam ser preenchidas e afixadas nos sacos que acondicionam os RSS, contendo informações sobre locais de geração, data, hora e outros (ANVISA, 2018, OPAS, 2010, CONAMA, 358). No novo sistema proposto as etiquetas coloridas e diferentes formas geométricas permitem a identificação visual e facilitada a distância, garantindo a colocação da identificação eficiente e mais resistente.

Os RSS acondicionados no armazenamento externo foram coletados pelos profissionais de higienização diariamente em todos os turnos de trabalho. Os sacos foram separados de acordo com a identificação das etiquetas, por setor (cor) e turno (forma geométrica), após serem descarregados

e pesados por tipo (químicos, perfurocortantes ou infectantes). Os resíduos foram pesados no início dos turnos da manhã e tarde, mas nos turnos da noite não ocorreram as pesagens pelo número reduzido de profissionais destinados à higienização, desta forma as quantidades de RSS dos turnos da noite não foram utilizadas para a discussão dos resultados.

Os resíduos foram pesados em balança digital, com capacidade de 500 kg e tara automática sucessiva e subtrativa até 50% da capacidade, com os valores numéricos anotados em formulário específico e posteriormente transcrito para a planilha do programa Microsoft Excel®. As planilhas das amostragens foram consolidadas para a geração de médias dos resultados amostrais. A taxa de geração de RSS dos diversos setores é apresentada em quilograma.

Após as pesagens, os RSS foram acondicionados no armazenamento externo para serem retirados três vezes por semana por empresa terceirizada responsável pelo transporte externo, tratamento e destinação final destes resíduos, em que são incinerados.

O monitoramento quantitativo foi realizado através da aplicação do método de identificação dos setores por cores e os turnos de trabalho por formas geométricas. O procedimento foi implementado após treinamento e orientação para os profissionais das áreas de enfermagem e higienização em 2017 (mês de dezembro), para posteriormente iniciar o acompanhamento no mês de janeiro de 2018, este monitoramento seguiu até julho de 2018, pois foi o período determinado para a coleta de dados, apesar do método ter sido institucionalizado pelo HMNH e ter sido implementado como forma de controle.

Os funcionários da higienização, após o treinamento, receberam as etiquetas correspondentes aos seus setores e turnos de trabalho para iniciarem o método proposto. Estes profissionais são alocados em setores e turnos fixos, ou seja, diariamente realizam suas atividades no mesmo setor e horário. Para os casos de faltas, atestados médicos, férias, folgas e licenças, o HMNH possui substitutos, que também receberam treinamento, com a definição de ferista (funcionários que substituem quem está de férias) e folguistas (funcionários que substituem quem está de folga). Quando um ferista ou folguista exerceu suas atividades substituindo outro profissional que gozou de férias ou folga, foi necessário um pouco mais de cuidado, pois realizaram suas atividades em setores e turnos aleatórios, conseqüentemente, suas etiquetas de identificação dos resíduos foram alteradas diariamente.

A rotina de trabalho dos higienizadores foi descrita em dois fluxogramas para melhor compreensão, possuindo basicamente duas rotinas distintas, uma rotina que é utilizada nos diferentes turnos de trabalho – manhã, tarde, noite 1 e noite 2 – e outra que ocorre no período do dia, especificamente para dois profissionais que possuem a responsabilidade do transporte interno

de resíduos – estes dois profissionais ficaram responsáveis pela pesagem e controle dos sacos identificados.

Resultados e Discussão

Após o monitoramento dos RSS por sete meses, pode-se identificar um padrão de geração dos setores, sendo o setor da emergência o maior gerador em todos os meses e a unidade de internação Sabiá foi o setor que gerou menos resíduos (Figura 1). O setor Sabiá, uma unidade de internação clínica que possui 30 leitos e recebe pacientes estáveis que ficam mais tempo e gradativamente recebem menos cuidados assistenciais, desta forma, a geração de resíduos também é reduzida, conforme a demanda destes cuidados.

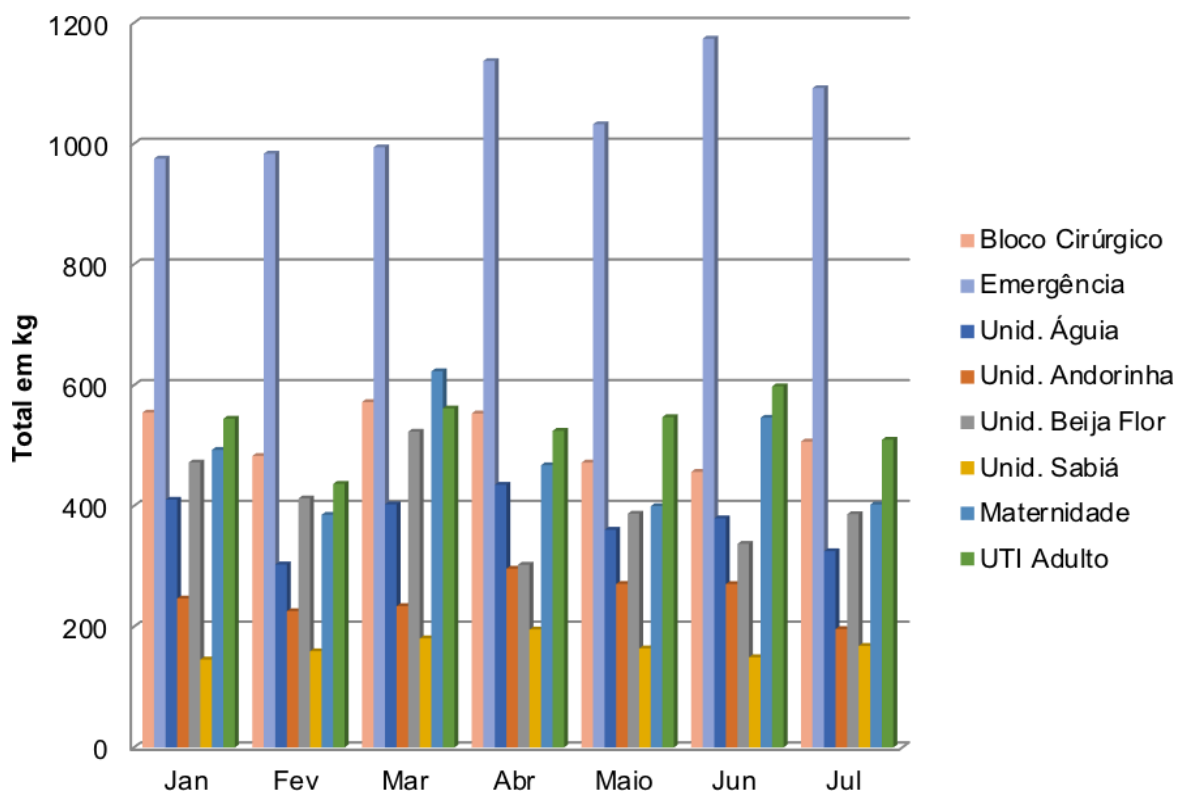


Figura 1 - Toneladas de resíduos gerados/mês durante os meses de janeiro a julho de 2018.

A emergência obteve uma média de geração de resíduos acima de 1000 kg por mês, pois é o setor que recebe os pacientes e inicia os procedimentos assistenciais no hospital, e como grande parte dos pacientes estão em situação crítica, necessita de muitos materiais que se tornam resíduos após seu uso. Contribuindo com esta elevada quantidade de resíduos gerados, este é o setor com

maior rotatividade de pacientes, pois toda vez que um recebe alta, todos os materiais que estavam sendo utilizados para a sua assistência, tornam-se RSS e para liberar o leito para outro paciente, é necessário higienizar e descontaminar o leito/quarto, gerando elevada quantidade de RSS.

Para a quantificação dos resíduos dos Grupos A, B e E, foram considerados os seguintes setores: Bloco Cirúrgico, Emergência, unidades de internação (Unid. Águia, Unid. Andorinha, Unid. Beija flor, Unid. Sabiá), Maternidade e UTI adultas (1 e 2). Não foram contabilizados os resíduos gerados no Laboratório, Serviços de Imagem e Nutrição, pois são setores que possuem GRSS próprios e independentes às rotinas internas do hospital. Assim como as áreas administrativas, porque são setores que geram apenas resíduos do Grupo D.

Para os turnos de trabalho manhã e tarde, a quantidade de resíduos gerados se manteve contínuo, porém nos turnos da noite não ocorreram as pesagens. Neste sentido, os resíduos dos turnos da noite foram gerados, mas não contabilizados para a pesquisa, onde o número de amostras no turno da manhã de 272 coletas e no turno da tarde foram 228 comprovam a necessidade de buscar alternativas para o alto número de resíduos do Grupo A gerados (Figura 2 e Tabela 1).

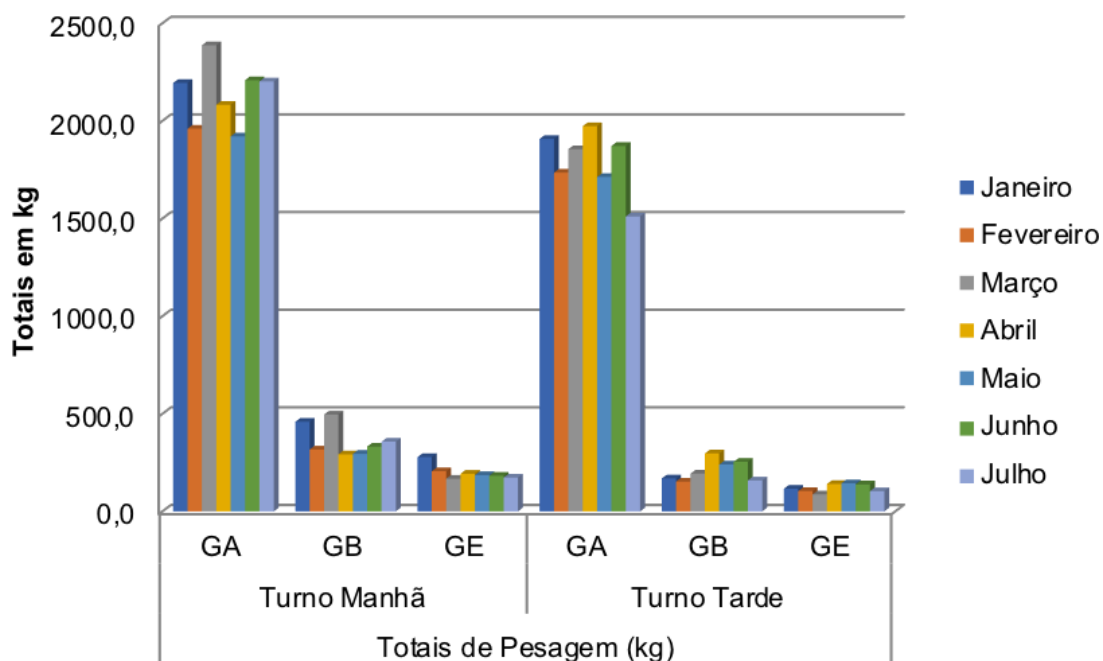


Figura 2 - Monitoramento dos resíduos do Grupo A, B e E por meses e turnos. Legenda: GA = Grupo A; GB = Grupo B; GE = Grupo E.

Tabela 1: Monitoramento dos resíduos do Grupo A, B e E por meses e turnos.

Mês de Referência	Totais de Pesagem (kg)						Média Dia (kg)	Taxa de Ocupação Hospitalar	Taxa de Geração (kg)
	Turno Manhã			Turno Tarde					
	GA	GB	GE	GA	GB	GE			
Janeiro	2194,8	458,8	278,0	1907,7	168,4	116,1	170,8	91,1	1,9
Fevereiro	1959,9	316,6	205,9	1735,0	152,7	104,3	149,1	90,9	1,6
Março	2387,3	495,8	167,3	1855,0	193,5	86,9	172,9	91,5	1,9
Abril	2082,6	292,2	192,7	1973,2	296,8	140,1	165,9	93,8	1,8
Maiο	1920,5	294,9	185,9	1712,6	240,0	143,4	149,9	86,6	1,7
Junho	2208,2	331,8	182,6	1871,8	253,8	138,1	166,2	92,0	1,8
Julho	2202,4	357,3	173,3	1510,6	158,2	103,6	150,2	89,9	1,7

Pode-se identificar números maiores no turno da manhã, pois as altas médicas ocorrem normalmente neste turno e quando um paciente libera o leito, tudo neste ambiente é descartado ou higienizado, aumentando a quantidade de resíduos gerados no turno da manhã. Também é possível identificar um padrão de comportamento na geração de resíduos em relação aos meses de monitoramento. Os resíduos do Grupo A, tiveram números expressivamente maiores que os resíduos dos Grupos B e E, pois o Hospital possui coletores de resíduos químicos apenas nos postos de enfermagem para descarte de ampolas de medicamentos, fazendo com que grande parte desses resíduos fosse segregado como resíduo infectante (Grupo A).

Gil (2007) obteve, no hospital da Irmandade Santa Casa de Misericórdia de São Carlos (SP), o valor de 1,21 kg de resíduos por leito ocupado por dia (Taxa de Ocupação Hospitalar), e concluiu que esse é um valor aceitável e menor do que os encontrados por outros pesquisadores no Brasil. Portanto, se a segregação no momento da geração ocorrer, é possível minimizar a taxa de geração de resíduos do Grupo A de 2,68 para 1,15 kg (leito ocupado/dia). Esta redução também pode ser buscada no HMNH, pois a taxa de geração de resíduos do Grupo A acompanha os valores encontrados em outros trabalhos (Tabela 2).

A taxa de RSS dos hospitais participantes da pesquisa encontra-se dentro da média de geração nacional, considerando o mesmo porte e perfil administrativo de atendimento. Cheng e Fung-Chang (2008), em um estudo sobre RSS em hospitais de Taiwan, obteve uma variação da taxa de 0,44 a 0,88 kg.(leito ocupado/dia) para resíduos infectantes, e Diaz, Enkhjargal e Eggerth (2007), em um estudo sobre a variação da geração dos RSS em Ulaanbaatar, Mongólia, encontrou taxas de 0,016 a 3,23 kg.(leito ocupado.dia), tanto para RSS do Grupo A quanto em frações misturadas. A taxa de geração obtida nesta pesquisa está dentro de uma média internacional, porém, considerando as diferentes

legislações e formas de classificação dos RSS em outros países, não é possível fazer uma comparação representativa.

Tabela 2: Estudos com as gerações de resíduos Grupo A.

Estudos sobre RSS Grupo A	Taxa de geração kg (leito.ocupado.dia)
Hospital Municipal de Novo Hamburgo-RS	1,44
Aduan <i>et al.</i> (2014) H1	5,34
Aduan <i>et al.</i> (2014) H2	1,89
Aduan <i>et al.</i> (2014) H3	2,16
Aduan <i>et al.</i> (2014) H4	3,05
Aduan <i>et al.</i> (2014) H6	2,25
Cussioli, Lange e Ferreira (2001)	1,28
Salomão, Trevizan e Günther (2004)	1,42
Souza (2005)	1,17
Gil (2007)	1,21
Cheng <i>et al.</i> (2003)	0,44 a 0,88
Diaz <i>et al.</i> (2007)	0,016 a 3,23
WHO (2007)	2,10 a 4,20

A falta de conhecimento dos tipos de resíduos e da importância de buscar a correta segregação foram evidenciados durante a realização desse estudo. Este último ponto poderia ter como solução ou reforço à melhoria, um programa de educação continuada voltada aos profissionais assistenciais.

Para Lemos, Silva e Pinto (2010), a maior geração de RSS em hospitais está relacionada à existência de centro cirúrgico, implicando em uma maior produção de resíduos infectantes. Ainda, esses autores destacam a relação da geração de RSS com o porte do estabelecimento, e especialmente com as atividades assistenciais desenvolvidas pelo hospital.

Este trabalho realizado no HMNH demonstrou a necessidade de ampliar as pesquisas na área do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde por encontrar divergências significativas entre autores que apresentam resultados contraditórios em quase todas as etapas do gerenciamento de resíduos desde a identificação até a disposição final.

Foi possível verificar que é na etapa de segregação dos RSS que ocorreram as mais variadas falhas do gerenciamento, as quais são responsáveis pelos acidentes de trabalho e o aumento no custo do tratamento e disposição final. A identificação e rastreabilidade dos resíduos a partir do método

proposto, possibilitou quantificá-los por Grupos e analisar comparativamente por um período, os setores e turnos de trabalho.

A segregação dos RSS por subgrupos e tratamento obrigatório poder-se-ia alcançar uma taxa de geração muito menor de RSS do Grupo A; e, se aumentar a disposição em aterro sanitário, ao invés de incineradas, obtém-se uma redução de custos no gerenciamento.

Considerações Finais

Foi possível concluir que, para melhorar a eficiência do PGRSS é necessário que os hospitais ofereçam treinamento às equipes de profissionais, infraestrutura e material para um acondicionamento apropriado para os RSS do Grupo A e seus subgrupos não tratados, implantação de tratamento interno obrigatório para o subgrupo A1 e que também haja um maior envolvimento dos gestores, do corpo clínico, de enfermagem e demais frequentadores dos hospitais; e ações governamentais, no que diz respeito à disposição final adequada e cumprimento, na íntegra, da RDC ANVISA nº 222/2018 e Resolução nº 358/2005 do CONAMA.

Referências Bibliográficas

- GIBSON, K. Stakeholders and sustainability: an evolving theory. *Journal of Business Ethics*, v. 109, n. 1, p. 15-25, 2012.
- BARBIERI, J. C.; VASCONCELOS, I. F. G.; ANDREASSI, T.; VASCONCELOS, F. C. Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições. *RAE: Revista de Administração de Empresas*, v. 50, n. 2, p. 146-154, 2010.
- LEE, K. H. Linking stakeholders and corporate reputation towards corporate sustainability. *International Journal of Innovation and Sustainable Development*, v. 6, n. 2, p. 219-235, 2012.
- GLAVIC, P.; LUKMAN, R. Review of sustainability terms and their definitions. *Journal of Cleaner Production*, v. 15, n. 18, p. 1875-1885, 2007.
- LYRA, M. G.; GOMES, R. C.; JACOVINE, L. A. G. O papel dos stakeholders na sustentabilidade da empresa para a construção de um modelo de análise. *Revista Administração Contemporânea*, v. 13, n. 1, p. 39-52, 2009.
- KOLK, A.; PINKSE, J. Towards strategic stakeholder management. Integrating perspectives on sustainability challenges such as corporate responses to climate change. *Corporate Governance*, v. 7, n. 4, p. 370-378, 2007.
- JO, H.; HARJOTO, M. A. The causal effect of corporate governance on corporate social responsibility. *Journal of Business Ethics*, v. 106, n. 1, p. 53-72, 2012.
- REGO, R. F.; LIMA, V. C.; LIMA, A. C.; BARRETO, M. L.; PRADO, M. S.; STRINA, A. Environmental indicators of intra-urban heterogeneity. *Cad. Saúde Pública*, June 2013, vol.29, no.6, p.1173-1185.

OLIVEIRA NETO, G. C.; GODINHO FILHO, M.; VENDRAMETTO, O.; GANGA, G. M. D.; NAAS, I. A. Governança corporativa voltada à Produção Mais Limpa: influência dos stakeholders. *Gestão e Produção*, São Carlos, v. 22, n. 1, p. 181-200, 2015.

PAIVA, R. F. P. S.; SOUZA, M. F. P. Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. *Cad. Saúde Pública*, 2018, vol.34, no.1.

SILVA, L. F. C.; ALMEIDA, P. M. S. A importância da Educação Ambiental no manejo de Resíduos de Saúde em estabelecimentos hospitalares: construção da consciência ecológica e a responsabilidade social. Monografia (Graduação em Pedagogia). UNICEP (Centro Universitário Central Paulista), 2006.

PUGLIESI, E. Estudo de evolução da composição dos resíduos de serviços de saúde (RSS) e dos procedimentos adotados para o gerenciamento integrado, no Hospital Irmandade Santa Casa de Misericórdia de São Carlos-SP. 2010. Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação e Área de Concentração em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. 2010.

PACHECO-MAGAÑA, L. E.; IDROVO, A. J.; ARENAS-MONREALI, A.; CORTEZ-LUGO, A.; SÁNCHEZ-ZAMORANO, L. M. Validación del auto-reporte de la localización de residuos sólidos con análisis de Procusto en el contexto de una iniciativa comunitaria participativa. *Cad. Saúde Pública*, Ene 2013, vol.29, no.1, p.195-201.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). RDC 222/18 – Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências. Brasília, 2018.

Souza, R. C. Resíduos sólidos de serviços de saúde (RSS). In: IV Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial, Campo Mourão – PR, 2010.

NOLASCO, F. R.; TAVARES, G. A.; BENDASSOLLI, J. A. Implantação de Programas de Gerenciamento de Resíduos Químicos Laboratoriais em universidades: análise crítica e recomendações. *Eng. Sanit. Ambient.*, Jun 2006, vol.11, no.2, p.118-124.

OLIVEIRA, J. M. Análise do Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde nos Hospitais de Porto Alegre. 2002. 102 f. Dissertação (Mestrado) – UFRGS, Escola de Administração, 2002.

SILVA, D. F.; VON SPERLING, E.; BARROS, R. T. V. Avaliação do gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde em municípios da região metropolitana de Belo Horizonte (Brasil). *Eng. Sanit. Ambient.*, Set 2014, vol.19, no.3, p.251-262.

GALVÃO, M. A.; SILVA, J. C.; TEIXEIRA, M. C. Eficácia da descontaminação de resíduos biológicos infectantes de laboratórios de microbiologia após tratamento térmico por autoclavação. *Eng. Sanit. Ambient.*, Dez 2013, vol.18, no.4, p.323-331.

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017. 2018. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2017.pdf>. Acesso em: 12 maio 2019.

Wu, T. Environmental perspectives of microwave applications as remedial alternatives: review. *Practice Periodical of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste Management*, v. 12, n. 2, p. 102-115, 2008.

CUSSIOL, N. A. M.; ROCHA, G. H. T.; LANGE, L. C. Quantificação dos resíduos potencialmente infectantes presentes nos resíduos sólidos urbanos da regional sul de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Cad. Saúde Pública*, Jun 2006, vol.22, no.6, p.1183-1191.

LEMO, K. I. L.; SILVA, M. G. C.; PINTO, F. J. M. Produção de Resíduos em Hospitais Públicos e Filantrópicos no município de Fortaleza (CE). *Revista Baiana de Saúde Pública*, Salvador, v. 34, n. 2, p. 321-332, 2010.

PINTO, W. C. Rastreabilidade dos Resíduos de Serviços de Saúde Gerados no Hospital Municipal Vereador José Storopoli (IMVJS). Seminário Hospitais Saudáveis. 2016.

CAETANO, M. O.; GOMES, L. P. Proposta de plano de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde para o hospital Beneficência Portuguesa -Porto Alegre -RS. Estudos Tecnológicos, São Leopoldo, v. 2, n. 2, p. 99-112, jul./dez. 2006.

Organização Pan-Americana da Saúde. Módulos de Princípios de Epidemiologia para o Controle de Enfermidades. 7 volumes. Brasília: OPAS, 2010.

Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal. Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005. Diário Oficial da União, 4 de maio de 2005. Seção 1, p. 63-65.

GIL, T. N. L. Caracterização Qualitativa e Quantitativa dos Resíduos de Serviços de Saúde Gerados na Irmandade Santa. 2007. Casa de Misericórdia de São Carlos, SP. Monografia (Trabalho de Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Carlos (SP), Brasil, 2007.

CHENG, Y. W.; FUNG-CHANG, S. Medical waste production at hospitals and associated factors. Waste Management, v. 29, n. 1, p. 440-444, 2008.

DIAZ, L. F.; ENKHJARGAL, G.; EGGERTH, L. L. Characteristics of healthcare wastes. Waste Management, v. 28, n. 7, p. 1219-1226, 2007.

LEMOS, K. I. L.; SILVA, M. G. C.; PINTO, F. J. M. Produção de Resíduos em Hospitais Públicos e Filantrópicos no município de Fortaleza (CE). Revista Baiana de Saúde Pública, Salvador, v. 34, n. 2, p. 321-332, 2010.

A ATUAÇÃO SISTÊMICA DO MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL PARA MITIGAR A EROÇÃO COSTEIRA NO BRASIL

| ID 18804 |

1Nilton Euripedes de Deus Filho

1Ministério Público da União, niltonfilho@mpf.mp.br

Palavras-chave: erosão costeira, MPF, análise sistêmica.

Resumo

O presente trabalho analisa as manifestações e o posicionamento técnico do Ministério Público Federal (MPF) em prol da mitigação da erosão costeira no Brasil, objetivando demonstrar como a atuação desta instituição e sua interpretação sistêmica e ampla dos ecossistemas costeiros contribuem diretamente para esta proteção. Essa compilação de informações e sua análise demonstrou que o posicionamento recorrente do MPF se baliza na análise ecossistêmica dos ambientes costeiros, a qual proporciona uma interpretação mais ampla no âmbito dos processos judiciais e extrajudiciais que resguarda a manutenção e a regulação das dinâmicas litorâneas e contribui para atenuar os efeitos que dão origem à erosão costeira. O desenvolvimento do presente trabalho embasou-se na análise documental das informações técnicas públicas do Ministério Público Federal (MPF), no âmbito de sua atuação em diferentes casos na Zona Costeira brasileira. Outrossim, as manifestações técnicas do MPF foram analisadas no contexto dos processos judiciais e extrajudiciais em que atuou a equipe pericial do MPF, onde foram compiladas e aqui apresentadas e analisadas as informações que dão causa ao objeto desta análise, qual seja a proteção dos recursos hídricos costeiros. A atuação do Ministério Público Federal na proteção dos ecossistemas costeiros é observada nas manifestações técnicas e recomendações do seu corpo pericial e de suas diferentes instâncias, que se amparam em uma análise sistêmica das intervenções costeiras elencada em diversas publicações institucionais e interinstitucionais. A razão para este posicionamento vem de um longo processo de discussão da academia científica (envolvendo desde a engenharia estrutural à oceânica e costeira), a qual consubstancia um entendimento que qualquer intervenção na linha de costa deve ser analisada sobre ponto de vista das dinâmicas presentes no ambiente marinho/costeiro. Nos exemplos expostos no presente trabalho, apresenta-se uma atuação do MPF por recomendar a diferentes instituições que considerassem em suas análises, fiscalizações e

atuações preventivas, uma delimitação mais abrangente dos ecossistemas costeiros, tendo em vista a possibilidade de agravamento da erosão costeira oriunda do comprometimento da manutenção e regulação dos estoques e do balanço sedimentar. Ademais, são inúmeros os eventos e projetos desenvolvidos pelo MPF no sentido de divulgar esta atuação e análise sistêmica no âmbito das cooperações interinstitucionais. Por exemplo, o Workshop “Barracas e Quiosques de praia: Qual a Solução”, desenvolvido em 2015, objetivou reunir diferentes instituições de todos os entes federativos para debater sobre a ocupação da faixa de praia. Neste evento foram discutidos temas como a dinâmica costeira e a ocupação da orla por barracas de praia, a resposta jurídico-normativa à dinâmica costeira e sua aplicação à ocupação da orla por barracas de praia e experiências no ordenamento de barracas de praia e quiosques. Os resultados deste evento não só aproximaram diversas experiências de gestão do litoral brasileiro, mas também capacitaram e orientaram os donos de barracas e quiosques de praia na temática da conservação costeira. Ressalta-se que neste workshop os processos aqui descritos foram utilizados, entre outros, como exemplos de debates e posicionamentos técnicos diversos. Diante das referências apresentadas, demonstra-se que a atuação sistêmica do Ministério Público Federal contribui para a mitigação da erosão costeira no Brasil, não só pelo seu caráter de fiscalização, mas também pela forma preventiva e orientativa que se presta a realizar junto a outras instituições governamentais e sociedade. Outrossim, esta atuação consolida-se cada vez mais em recomendações, publicações e eventos que compõem um posicionamento interinstitucional em prol da proteção e manutenção do litoral brasileiro.

Introdução

O presente trabalho analisa as manifestações e o posicionamento técnico do Ministério Público Federal (MPF) em prol da mitigação da erosão costeira no Brasil, objetivando demonstrar como a atuação desta instituição e sua interpretação sistêmica e ampla dos ecossistemas costeiros contribuem diretamente para esta proteção. Essa compilação de informações e sua análise demonstrou que o posicionamento recorrente do MPF se baliza na análise ecossistêmica dos ambientes costeiros, a qual proporciona uma interpretação mais ampla no âmbito dos processos judiciais e extrajudiciais que resguarda a manutenção e a regulação das dinâmicas litorâneas e contribui para atenuar os efeitos que dão origem à erosão costeira.

A atuação do Ministério Público Federal na proteção dos ambientes costeiros é oriunda de sua competência e legitimidade para propor ação de responsabilidade civil e criminal, por danos causados ao meio ambiente (art. 14, §1º da Lei 6.938/1981). Neste sentido, segundo Garbelini (2010), a Constituição atribui ao poder público e a cada membro da coletividade o dever de defender

e preservar o meio ambiente, assim também requer o compromisso do Promotor de Justiça, já que a Carta Magna estabelece ser função institucional do Ministério Público a proteção promover o inquérito civil e a ação civil pública para a proteção ambiental.

No que se refere à Zona Costeira, cabe destacar que no Brasil, esta tem tutela constitucional, é considerada como patrimônio nacional, e caracteriza-se como bem jurídico difuso e transgeracional (MMA, 2015). Nesse sentido, ao recepcionar a Lei nº 7.661, a Constituição Federal de 1988, art. 225, §4, reconheceu ao mesmo tempo a importância e a fragilidade desse espaço, impondo principalmente ao Estado uma ação diferenciada que assegure a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais (MMA, 2015). A Zona Costeira é formada em grande parte por bens da União e a exemplo do mar territorial e dos terrenos de marinha, a competência para processar e julgar as causas nessas áreas é da Justiça Federal (MMA, 2015). Tal jurisdição atrai para o Ministério Público Federal (MPF) a atribuição para ajuizar ações e celebrar compromissos de ajustamento de conduta para prevenção e reparação de danos ambientais nas referidas áreas. Ademais, o MPF está aberto as representações, as quais são essenciais para que ocorra a devida fiscalização, prevenção e apuração de qualquer atividade, tal qual o ZEE, que possa vir a causar algum impacto.

No presente trabalho, demonstra-se como esta competência e as ferramentas decorrentes contribuem para consolidar um posicionamento técnico voltado para a proteção dos ambientes costeiros em sua forma mais ampla, objetivando também mitigar a erosão costeira no litoral brasileiro, desastre natural que desenvolve-se de forma acelerada em Zona Costeira do Brasil (MMA, 2018).

Material e Métodos

O desenvolvimento do presente trabalho embasou-se na análise documental das informações técnicas públicas do Ministério Público Federal (MPF), no âmbito de sua atuação em diferentes casos na Zona Costeira brasileira. Outrossim, as manifestações técnicas do MPF foram analisadas no contexto dos processos judiciais e extrajudiciais, onde foram compiladas e aqui apresentadas e analisadas as informações que dão causa ao objeto desta análise, qual seja a proteção dos ambientes costeiros e a consequente mitigação da erosão costeira no litoral brasileiro. A partir deste levantamento, analisou-se também a convergência desta atuação em comparação com as normativas vigentes e a adequabilidade e interpretação do MPF no sentido de ampliar a proteção dos ecossistemas costeiros e de se consolidar um posicionamento interinstitucional voltado para a prevenção e mitigação da erosão costeira, que seja mais sustentável.

Resultados e Discussão

A atuação do Ministério Público Federal na proteção dos ecossistemas costeiros é observada nas manifestações técnicas e recomendações do seu corpo pericial e de suas diferentes instâncias, que se amparam em uma análise sistêmica das intervenções costeiras elencada em diversas publicações institucionais e interinstitucionais. Entre tais publicações podem ser destacado o Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira (CIRM, 2018), já dentre os eventos citam-se as Oficinas de Gestão de Praias conduzidas pelo projeto institucional MPFGercó. Em todas estas referências o posicionamento do MPF pauta-se por uma abordagem sistêmica, a qual considere a integralidade dos fatores que condicionam a ponderação dos diferentes tipos de impactos, positivos e negativos, na consecução projetos na Zona Costeira. A razão para este posicionamento vem de um longo processo de discussão da academia científica (envolvendo desde a engenharia estrutural à oceânica e costeira), a qual consubstancia um entendimento que qualquer intervenção na linha de costa deve ser analisada sobre ponto de vista das dinâmicas presentes no ambiente marinho/costeiro (CIRM, 2018).

No que se refere à mitigação da erosão costeira, este posicionamento do MPF abrange os ecossistemas costeiros que atuam na manutenção e proteção das dinâmicas da interface mar e costa, tais quais dunas, praias, restingas, praias, manguezais, apicuns, entre outros. Neste sentido, as manifestações do Parquet buscam realizar a proteção direta e indireta deste conjunto de ambientes, tanto por meio da atuação preventiva com a utilização das normativas jurídico-administrativas referentes aos ecossistemas costeiros quanto por atuações emergenciais e contenciosas, como no caso da mitigação da erosão costeira.

Dentre as manifestações técnicas do corpo pericial do MPF, com vistas à mitigação da erosão costeira, pode-se afirmar que a amplitude da análise, na proteção das vegetações de restinga é algo a se destacar. Embora ocorra a descaracterização dos ambientes por ações, muitas vezes não autorizadas, de supressão da vegetação, aterramento e alteração do relevo com vistas à planificação das áreas. Em diversas áreas ocupadas irregularmente e analisadas pelo corpo pericial, é possível observar a valorização da vegetação nativa de restinga que fixava o substrato arenoso local, mesmo quando não mais existente.

Em diversos casos analisados, com imagens pretéritas e ortofotos, mesmo quando não se apresenta alta resolução, é possível verificar pela reflectância de imagens, a presença de vegetação de restinga antes da interferência antrópica, a maioria das vezes fixando um substrato arenoso. Grande parte das formações verificadas pelo corpo técnico são de restingas, fixando campos de dunas, ou o ambiente pós-praia, depósitos sedimentares essenciais para a manutenção do ótimo

praial e para a atenuação da erosão costeira (NORDSTROM, 2010). Diante de tais análises são evidenciadas as funções ecossistêmicas das restingas, dando ênfase: ao papel fixador do substrato arenoso em diversos campos de dunas, à contenção de processos erosivos (SOUZA, 2008).

Assim, por este entendimento, o MPF em casos de ocupações em regiões litorâneas, sejam elas regularizadas ou não, já se manifestou pela consideração da mais ampla proteção dos ecossistemas costeiros, fundamentando inclusive esta abrangência na proteção indireta do ambiente praial e na atenuação de processos erosivos. Como no caso em destaque no litoral Sergipano, na Praia do Abáis, em Estância/SE, em que o MPF se manifestou da seguinte forma (Ação Civil Pública nº 0803293-41.2018.4.05.8502):

Neste contexto, os imóveis e estruturas vistoriadas ocupam uma área onde estariam a vegetação de restinga e o ambiente praial, sendo essas importantes componentes da regulação e contribuição sedimentar. Por exemplo, os sedimentos disponíveis em uma praia variam ao longo do ano entre o seu perfil exposto e seu perfil submerso, de acordo com as alternâncias entre tempo bom (engordamento) e tempestade (erosão). Nesses períodos, a vegetação retém o sedimento em períodos de acresção da praia e disponibiliza o sedimento em períodos erosivos, favorecendo um novo equilíbrio do ambiente (HOEFEL, 1997; NORDSTROM, 2010). Geralmente, durante o verão, em condições de tempo bom (menor intensidade de ondas), a vegetação de restinga costuma expandir seus domínios e reter areia. No inverno, em que as condições de ondas são mais intensas, a vegetação e o acúmulo de sedimentos no ambiente pós-praia ajuda a amortizar os efeitos das ondas, protegendo a praia de perder sedimentos. No caso do litoral do Povoado do Saco, essa recuperação cíclica está claramente desregulada, pois não se observam mais estoques sedimentares onde estão as ocupações na linha de costa.

Outrossim, esta atuação em Estância/SE teve entre suas recomendações a premente necessidade de uma atuação dos entes municipais na remoção de estruturas rígidas que se encontravam no ambiente pós-praia (FIG.1), objetivando prevenir o agravamento da erosão costeira neste litoral. Neste sentido, orientou-se também uma atuação conjunta de órgãos de fiscalização estaduais e municipais para com o cumprimento do ordenamento local e prevenção de novas ocupações, em quaisquer ambientes costeiros do pós-praia que tivessem relação com a manutenção do ambiente praial.

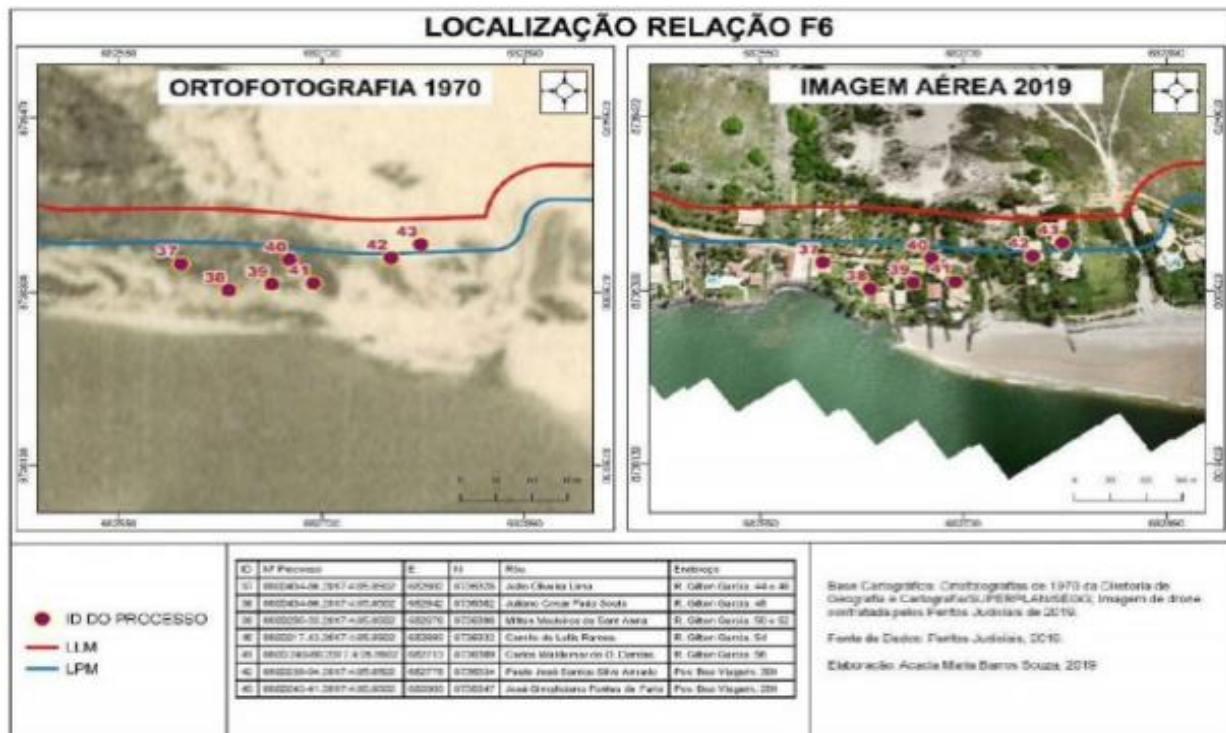


Figura 1: Identificação de ocupações irregulares em ambientes costeiros e áreas non aedificandi no litoral de Estância/SE. Cada um dos pontos é referente a um processo judicial, ao todo foram abertas mais de 120 Ações Cíveis Públicas para esta área.

Fonte: Ação Civil Pública nº 0803293-41.2018.4.05.8502.

Observa-se este posicionamento nos seguintes trechos (Ação Civil Pública nº 0803293-41.2018.4.05.8502):

Nos pareceres técnicos da SPPEA, atentou-se para o fato de se evitar maiores prejuízos ambientais, consequentemente sociais e econômicos, no caso da desregulação destas obras. Nestes pareceres sugeriu-se instar o estado e o município para apresentação de medidas de recuperação do litoral em questão. Neste sentido, a adequação, ou remoção das estruturas rígidas é uma decisão a ser tomada em prol de toda a extensão do litoral e serviços oferecidos pelo ambiente costeiro e para manutenção da Zona Costeira de Estância/SE. Outrossim, a tomada de decisão demonstraria a não permissividade da ocupação praial por parte do poder público e a preocupação com os danos decorrentes do incentivo à construções em faixa de praia.

Neste contexto, é premente a atuação por parte dos órgãos estaduais e municipais para se evitar a ocorrência de um desastre natural como a erosão, pois do contrário as medidas que poderiam ser preventivas, serão emergenciais. Nesse último caso, como manifestado em um rol de documentos e eventos recentes que envolvem a temática das ocupações da faixa litorânea, os prejuízos econômicos, sociais e ambientais do agravamento da erosão costeira são por vezes irreversíveis. A situação elencada nos laudos demonstra que os imóveis já são afetados pela erosão costeira e que se não forem

desenvolvidas ações emergenciais a situação pode comprometer de forma significativa os recursos do Município, afetar o ordenamento e a prestação de serviços públicos naquela área.

Por outro lado, em caso semelhante, no Bairro do Campeche, em Florianópolis, a atuação do MPF conciliou a proteção do Sistema de Campo de Dunas com a questão da mitigação da erosão costeira. Nesta atuação, o MPF se pronunciou na Ação Civil Pública nº 5012363-15.2020.4.04.7200 em prol da remoção das ocupações, imóveis residenciais, localizadas em campos de dunas e da adequação das estruturas de contenção da erosão, alterando de obras rígidas, para obras “leves”, tais quais como recomposição de vegetação de restinga.

Sobre este caso citado, é importante informar que o Ministério Público também se manifestou no sentido de se ampliar as áreas de manutenção sedimentar do ambiente pós-praia, ponderando em suas recomendações que obras no sentido de proteção, recomposição e manutenção das dunas tombadas da orla do Campeche deveriam ser priorizadas pelo Município de Florianópolis/SC (FIG. 2). Outrossim, atentou-se ao município que estas obras são preventivas e contribuem não só para evitar o desenvolvimento da erosão costeira, mas também de desastres naturais hidrológicos e geológicos.



Figura 2: Exemplo de ocupações nas dunas do Campeche, Florianópolis/SC.

Fonte: Ação Civil Pública nº 5012363-15.2020.4.04.7200

Nos dois casos, o MPF se manifestou por recomendar aos órgãos ambientais que considerassem em suas análises, fiscalizações e atuações preventivas por uma delimitação do ambiente dunar mais abrangente do que a visão limitada sobre este se constituir apenas da duna e da restinga que ocupa sua estrutura. Esta delimitação mais abrangente/sistêmica existe primeiro porque a função ecológica da duna não se limita à sua estrutura abaulada, assim como, a função ecológica da restinga não se limita à sua capacidade de reter sedimentos nesta estrutura. Em segundo, porque a regulação sedimentar da estrutura dunar é realizada tanto pela restinga nas adjacências, quanto pelo conjunto de feições que compõem o Sistema de Campo de Dunas, tal qual a planície de deflação frequentemente situada após o sistema de dunas frontais.

Quando as dunas estão situadas a jusante de planícies de deflação, a proteção dessas dunas depende da preservação do estoque sedimentar existente nessas planícies situadas além do sistema frontal (PINHEIRO, 2009; e NORDSTROM, 2010). Este entendimento é baseado no fato que o ecossistema dunar possui sua regulação associada tanto à contribuição sedimentar (meio físico) quanto à vegetação de restinga (meio biótico). Nesse sentido, essas duas contribuições para a manutenção das dunas não podem ser desconsideradas. Por exemplo, ao se subdimensionar os impactos que se tem sobre as restingas está se desconsiderando o potencial retentor de sedimentos da vegetação, o que contribui para a degradação natural da duna ao longo do tempo, haja vista a dinâmica sedimentar possuir uma fonte de transporte eólica, mas não possuir barreiras para o acúmulo da manutenção dunar (NORDSTROM, 2010).

Por exemplo, a feição “planície de deflação”, segundo Pinheiro (2009), é onde ocorre a formação de pequenas dunas, móveis ou semi-fixas e lagoas freáticas que se formam predominantemente nos períodos de concentração de chuvas que compõem uma rica biodiversidade e singular paisagem natural. Esta feição é componente essencial para o balanço sedimentar local, ou seja, caso seja impactada a migração dos sedimentos para as dunas será interrompida diminuindo a possibilidade de formação de novas dunas no setor ocupado. Por essa razão a 4ª Câmara de Coordenação e Revisão do MPF elaborou o Enunciado nº 5 – 4ª CCR, o qual dispõe:

ENUNCIADO: A Resolução CONAMA 369/2006 revogou a Resolução CONAMA 341/2003, em relação ao uso e ocupação de dunas. As consequências desse fato atingem, inclusive, os empreendimentos com licenciamentos já concluídos à época da entrada em vigor da Resolução 369/2006. As planícies de deflação integram o campo de dunas e, como parte desse ecossistema, possuem a devida proteção jurídica.

Em outras atuações esta proteção torna-se mais direta a depender dos ecossistemas objetos da representação ao MPF, como no caso da proteção aos manguezais. Em um primeiro exemplo, destaca-se o trabalho do Ministério Público Federal em Caravelas/BA, onde o ecossistema manguezal

foi um dos objetos de proteção elencado para o balanço sedimentar no litoral deste Município. Neste caso, utilizou-se, sobretudo da comunicação com as comunidades pesqueiras locais para embasar a necessidade de proteção dos manguezais (Inquérito Civil Público nº 1.14.001.000021/2001-63), onde foi demonstrado que a proteção dos manguezais tinha um resultado direto na mitigação da erosão costeira e no desenvolvimento de barras no litoral de Caravelas/BA.

Em um segundo exemplo, apresenta-se a atuação preventiva no âmbito do licenciamento ambiental de um empreendimento imobiliário na Zona Costeira do Estado da Bahia, onde a degradação de manguezais se tornou evidente na apresentação do projeto do empreendimento em questão. Neste sentido, de forma preventiva o Ministério Público atuou no processo de licenciamento ambiental para o desenvolvimento de condicionantes e programas ambientais que resguardassem a manutenção dos manguezais da região, além disso, recomendou-se também a ampliação das áreas de influência do empreendimento, já que impactos sobre a morfodinâmica costeira possuem uma dimensão maior do que o dano local e pontual. Por exemplo, cita-se o exposto pelo MPF no âmbito desta atuação:

Dessa forma, a Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento, no que se refere à bacia hidrográfica dos rios Inhambupe e Subaúma, deve considerar a extensão da área do rio contígua ao empreendimento, bem como a porção ribeirinha que vai em direção ao estuário, ou seja, a bacia hidrográfica que não foi considerada na sua totalidade. A desconsideração da sistematicidade dos corpos hídricos locais e dos possíveis impactos do empreendimento sobre estes, subdimensionam os impactos no meio biótico, sobretudo aqueles que se relacionam ao ambiente estuarino e ecossistemas associados. Uma vez que um vazamento de produtos químicos, óleos, ou o extravasamento do esgotamento sanitário tem o risco de atingir os rios Inhambupe e Subaúma, e seus estuários. Assim, é relevante indicar que não só a previsão do EIA/RIMA sobre o potencial impacto sobre corpos hídricos e seu ecossistema, como a gestão ambiental do empreendedor pelas alterações nas áreas adjacentes, condicionam abranger também uma maior área dos rios Inhambupe e Subaúma nas proximidades do empreendimento como área de influência indireta, bem como a bacia hidrográfica formada pelo curso d'água que terá o seu ecossistema afetado pelo empreendimento. Por fim, com base no princípio da precaução, deve-se garantir a devida proteção sempre que houver uma probabilidade mínima de que ocorra dano como consequência da atividade lesiva.

No contexto destas ações de ordenamento, fiscalização e comunicação do ambiente pós-praia, destaca-se que as atuações do MPF que lograram êxito, tiveram a participação do Município afetado pela erosão costeira nas ações de recuperação praial. Um destes exemplos pode ser observada no trabalho conjunto do Município com os responsáveis pelos projetos de recuperação e seus monitoramentos na praia Brava de Itajaí em Santa Catarina (Ação Civil Pública nº

2001.72.08.000141-4), onde se efetivou a readequação/remoção de quiosques localizados na pós-praia, além da recuperação das dunas e restingas, bem como a revitalização e urbanização da orla da praia Brava, com a regularização dos acessos e sistema de tratamento de resíduos. Nesse exemplo, a atuação do Parquet também contou com o auxílio da Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), a qual foi responsável por desenvolver os trabalhos de educação ambiental na área, programas de reconstituição da restinga e estudos de monitoramento das ações de recuperação (MENDES, 2008).

Nesse caso alinharam-se ações de reordenamento com ações de recuperação das praias e dunas locais, para depois dar início as ações para a recuperação do ambiente praial. Neste exemplo, caso fossem realizadas as intervenções no ambiente praial sem antes adequar e recuperar o ambiente pós-praia, aquelas seriam somente medidas paliativas, pois em pouco tempo a erosão contribuiria novamente para estabelecer uma situação de déficit sedimentar, o que ensejaria novamente uma obra de proteção costeira.

Uma atuação de maior magnitude e abrangência, na linha da atuação sistêmica aqui exemplificada, é observada no litoral do Estado do Rio Grande do Norte (Inquérito Civil Público nº 1.28.000.000147/2014-71), em Natal/RN, onde o MPF atuou previamente à consecução de obras de intervenção costeira na praia de Ponta Negra para mitigar os potenciais impactos de eventuais obras rígidas que viessem a não observar a sistematicidade das dinâmicas litorâneas. O papel do MPF nesta questão foi recomendar o desenvolvimento cooperativo de um grupo interinstitucional responsável pela elaboração de um Termo de Referência tanto para a construção dos Estudos de Viabilidade Técnica e Ambiental quanto para as obras posteriores. A partir deste grupo foram delimitadas as alternativas mais sustentáveis, econômica, social e ambientalmente.

É oportuno também citar que este caso citado logrou êxito no sentido de se demonstrar que atuações conjuntas e interinstitucionais contribuem para consolidar formas de monitoramento, fiscalização, elaboração de estudos, e outras atividades assessórias para a manutenção e aumento da longevidade de um projeto de recuperação costeira. Esta atuação conjunta contou com a cooperação do Ministério do Meio Ambiente, MPF, Ministério da Integração Nacional e Defesa Civil Municipal do Rio Grande do Norte no caso da erosão costeira da Praia de Ponta Negra, em Natal/RN. Neste caso, inicialmente, foi criada uma comissão com representantes da sociedade civil organizada e órgãos municipais, estaduais e federais, para auxiliar na consecução de obra costeira emergencial para esta praia. A criação desse grupo de trabalho não só voltou para a obra de Ponta Negra, mas também para outras interferências nessa praia. A criação deste grupo assegurou que projetos emergenciais para a mitigação da erosão não fossem elencados de forma rápida, desorganizada e sem uma visão sistêmica, contando com a cooperação instrumental e técnica de diferentes instituições, o que

possibilitou a consecução de uma obra emergencial a curto prazo, com os devidos complementos, e um projeto de médio alongo prazo para a recuperação dessa praia.

Neste caso de Ponta Negra, o MPF privilegiou não só consideração de obras mais sustentáveis, mas também a consecução de estudos que assegurassem esta sustentabilidade, tendo sustentado a necessidade de uma avaliação sistêmica para qualquer intervenção a ser feita nesta praia. Neste sentido, um dos componentes de tal avaliação sistêmica pode ser observado nesta cooperação interinstitucional, em que órgãos do executivo da área de ordenamento urbanístico e fiscalização patrimonial atuaram em conjunto com órgãos de meio ambiente para ponderar na escolha das alternativas mais econômicas, ambientais e socialmente menos impactantes.

É oportuno mencionar que a estratégia adotada no caso de Ponta Negra foi replicada para diversos outros casos em que o MPF atuou como parte. Em todos os casos o MPF recomendou a organização de um grupo permanente com atribuições formalmente acordadas entre os membros, para constituir ferramenta essencial nas discussões e planejamento das alternativas para a contenção da erosão costeira. Esta recomendação, embasou-se também na premissa de que a existência de um grupo técnico poderia garantir que os dados e informações levantados ao longo das discussões, estudos e obras, seriam consolidados nesse grupo/fórum e em seus componentes, pois se observava que a maior parte das informações levantada ao longo dos processos de licenciamento não eram aproveitadas, o que ensejava estudos e suposições fragmentadas do processo erosivo. Esta situação ia de encontro ao que preconiza a análise sistêmica do MPF.

Em uma atuação recente (Inquérito Civil nº 1.24.000.001755/2014-48) o MPF em João Pessoa/PB, utilizou-se desta estratégia para integrar estudos e projetos voltados para a contenção da erosão na Barreira de Cabo Branco. Nesta ocasião, optou-se por recomendar a integração de diferentes projetos sob uma ótica sistêmica e amplificada da abrangência de seus impactos e objetivos. Já que o que se observava era as falésias de Cabo Branco estavam em risco diante do agravamento da erosão, oriunda de obras mal dimensionadas e antagônicas à mitigação necessária. Nesta atuação, destaca-se o que foi apresentado na informação técnica pericial que contribuiu para esta recomendação (Laudo Técnico nº 657/2021/SPPEA/MPF):

Além do exposto, acredita-se que o EIA das obras em questão careceu de uma análise mais sistêmica, por não apresentar de forma clara o efeito conjunto das obras previstas sobre a dinâmica da linha de costa como um todo, limitando a abrangência das áreas de influência, e, possivelmente, subdimensionando os impactos ambientais nas áreas adjacentes. Além disso, o EIA condicionou o detalhamento das obras a projetos executivos posteriores, sem propiciar uma avaliação integrada entre eles, o que compromete a elucidação da longevidade, efetividade e adequabilidade das obras propostas para a mitigação da erosão costeira como um todo.

Neste sentido, considera-se recomendável solicitar à Prefeitura de João Pessoa uma análise integrada e sistêmica dos diferentes projetos executivos apresentados para demonstrar que estes não são antagônicos ou de certa forma podem contribuir para agravar a erosão nas áreas adjacentes. Ademais, recomenda-se a consideração das proposições expostas neste laudo a respeito de “obras leves”, do conceito “Building with nature”, do Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira e da questão das ações complementares às obras de proteção costeira.

Assim, buscando a mitigação da erosão costeira em sua forma mais abrangente, sobretudo por sua atuação no gerenciamento costeiro nacional, o Ministério Público Federal desenvolve tanto a proteção indireta sobre os ecossistemas costeiros quanto a proteção direta. Os exemplos citados apresentam um recorte desta atuação em diferentes regiões do Brasil, por diferentes estratégias, mas que possuem em comum um posicionamento que garante o resguardo do ambiente costeiro sob uma ótica sistêmica.

Estas atuações, como já mencionado ao início deste trabalho, também se refletem no portfólio de capacitações, projetos e eventos do MPF. Um marco neste desenvolvimento é o Projeto MPFGerco que agregou exemplos como os citados no âmbito de uma análise sistemática de 4057 Ações Civis Públicas e 8865 Inquéritos Civis de irregularidades na Zona Costeira brasileira e desenvolveu duas Notas Técnicas (NT 005/2015 e 006/2015/4ª Câmara de Coordenação e Revisão/MPF), as quais demonstraram um padrão nas representações em que atuava o MPF e os impactos e passivos ambientais mais recorrentes no litoral.

O projeto em referência foi desenvolvido para ser executado pelo Ministério Público Federal com a parceria do Ministério do Meio Ambiente, Secretaria do Patrimônio da União, Órgãos de Meio Ambiente dos Estados e Municípios, visando estabelecer um contato próximo com a população e as autoridades em meio ambiente municipais e estaduais, bem como estimular a construção e implementação dos Planos de Gestão Integrada da Orla. Ademais, o Projeto MPFGerco e seu conteúdo contribuiu para as primeiras reuniões sobre o Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira (CIRM, 2018), e para os eventos que abarcaram uma ideia de se instalar a análise sistêmica no âmbito da atuação pericial e ministerial.

O Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira é um exemplo também da exposição da análise sistêmica sobre obras costeiras, pois este documento sustenta um entendimento que as obras rígidas, comumente observadas no litoral brasileiro, podem e devem ser substituídas por obras mais sustentáveis, que levem em conta as dinâmicas costeiras e marinhas e o mínimo de impactos nestas. Neste sentido, este guia contou com diversos exemplos de atuação do MPF em seu conteúdo, tendo sua introdução desenvolvida com base no que aqui é discutido e citando

exemplos daquela atuação em casos onde as obras costeiras foram readequadas para uma situação mais sustentável.

Por exemplo, o Workshop “Barracas e Quiosques de praia: Qual a Solução”, desenvolvido em 2015, objetivou reunir diferentes instituições de todos os entes federativos para debater sobre a ocupação da faixa de praia. Neste evento foram discutidos temas como a dinâmica costeira e a ocupação da orla por barracas de praia, a resposta jurídico-normativa à dinâmica costeira e sua aplicação à ocupação da orla por barracas de praia e experiências no ordenamento de barracas de praia e quiosques. Os resultados deste evento não só aproximaram diversas experiências de gestão do litoral brasileiro, mas também capacitaram e orientaram os donos de barracas e quiosques de praia na temática da conservação costeira. Ressalta-se que neste workshop os processos aqui descritos foram utilizados, entre outros, como exemplos de debates e posicionamentos técnicos diversos.

Cumpram um destaque ao final do ano de 2015, quando o MPFGerco organizou um seminário voltado para a discussão da Lei Federal nº 13.240/2015 (Transferência da Gestão das praias Marítimas Urbanas), neste seminário foram propostas diversas diretrizes para a confecção dos Termos de Adesão a Gestão de Praias, instrumento voltado para assegurar a devida gestão ambiental das praias no âmbito da transferência preconizada nesta lei. Na esteira deste seminário, em seguida, foram desenvolvidas as Audiências Públicas sobre a Lei nº 13.240/2015, voltadas para tratar dos impactos desta legislação nas políticas de gerenciamento costeiro. Tais audiências ocorreram em 6 Estados e tiveram a contribuição de uma gama de representações para a confecção dos termos de adesão. Em todos estes eventos, deu-se a devida exposição à análise sistêmica elencada pelo MPF, sobretudo, no que se referia à mitigação da erosão costeira.

Neste ínterim, também ocorreu a publicação do livro *Panorama de erosão costeira no Brasil* (MMA, 2018), documento que congrega as informações dos Estados da Zona Costeira do Brasil em uma análise dos processos erosivos e suas causas no litoral brasileiro.

Nos anos de 2018 e 2019, dando prosseguimento à experiência do *Parquet* em atuações no âmbito da gestão costeira, foram desenvolvidas oficinas regionais, denominadas “Oficinas Estaduais Interinstitucionais de capacitação em gestão de praias do Projeto MPF Gerco”, as quais envolveram diversas instituições como o Ministério da Integração, a SPU, o Ministério do Meio Ambiente, órgãos de fiscalização ambiental, estaduais e municipais, instituições acadêmicas e representações da sociedade civil organizada. Estas oficinas tiveram como objetivo capacitar os participantes nas temáticas de licenciamento ambiental e gestão costeira, com enfoque nas temáticas obras costeiras de combate à erosão e na transferência da Gestão de Orlas de Praias para os Municípios.

Com base nas referências aqui apresentadas, fica claro que a atuação sistêmica do Ministério Público Federal contribui para a mitigação da erosão costeira no Brasil, não só pelo seu caráter de fiscalização, mas também pela forma preventiva e orientativa que se presta a realizar junto a outras instituições governamentais e sociedade. Outrossim, esta atuação consolida-se cada vez mais em recomendações, publicações e eventos que compõem um posicionamento interinstitucional em prol da proteção e manutenção do litoral brasileiro.

Considerações Finais

Pelo exposto, observa-se que a atuação do MPF, no tocante a temática de gerenciamento costeiro no Brasil, consolida manifestações técnicas e recomendações, objetivando, principalmente, resguardar os ambientes costeiros brasileiros. Em consequência, de forma ampla desenvolve-se uma medida de proteção destes ecossistemas frente à crescente erosão costeira. Esta interpretação ecossistêmica dos ambientes não só garante sua sustentabilidade, mas também uma atuação preventiva frente a novas ocupações, atividades e empreendimentos que se desenvolvem na Zona Costeira, tais quais as obras de proteção costeiras rígidas que já começam a ser substituídas por obras mais sustentáveis como as recomendadas pelo Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira, documento que também se utilizou da experiência da atuação do MPF.

De forma direta, a proteção do MPF para com os ambientes costeiros desenvolve-se para evitar o agravamento da erosão na Zona Costeira brasileira, seja esta proteção preventiva em uma atuação junto aos órgãos ambientais, ou no âmbito do ordenamento de ocupações. Nos dois tipos de atuação, direta e indireta, as recomendações do MPF proporcionam uma interpretação mais ampla e sistêmica dos ambientes costeiros no âmbito dos processos judiciais e extrajudiciais, o que garante que não só sua manutenção, como também sua regulação, sejam instrumentos essenciais para a mitigação da erosão costeira no litoral brasileiro.

Estas atuações são semelhantes independente da região e das condições em que se deram as representações junto ao Ministério Público Federal, o que demonstra que aquelas são embasadas em um entendimento comum e consolidado no âmbito do *Parquet*. Um entendimento em prol da proteção e manutenção do litoral brasileiro baseado em uma atuação sistêmica.

Em consonância com o desenvolvimento deste entendimento, os trabalhos do Ministério Público Federal no ano de 2021 já elaboram a terceira fase do Projeto MPFGerco, pelo qual espera-se uma continuidade de publicações e eventos para o desenvolvimento de um consenso técnico, sustentável e interinstitucional na mitigação da erosão costeira no litoral brasileiro.

Referências Bibliográficas

Assis, M. A.; Prata, E. M. B.; Pedroni, F.; Sanchez, M.; Eisenlohr, P. V.; Martins, F. R.; Santos, F. A. M.; Tamashiro, J. Y.; Alves, L. F.; Vieira, S. A.; Piccolo, M. C.; Martins, S. C.; Camargo, P. B.; Carmo, J. B.; Simões, E.; Martinelli, L. A. & Joly, C.A. 2011. Florestas de Restinga e de Terras Baixas na Planície Costeira do sudeste do Brasil: vegetação e heterogeneidade ambiental. *Biota Neotrop.* vol.11 no.2 Campinas abr./jun. 2011. Disponível em: <<https://www.biotaneotropica.org.br/v11n2/pt/>>. Acesso em: 23 de abril de 2021.

Comissão Internacional para Recursos do Mar (CIRM/MARINH DO BRASIL). 2018. Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira. Brasília: CIRM, 114p. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/Final_Guia-de-Diretrizes_09112018-compressed.pdf>. Acesso em: 18 de maio de 2021.

Garbelini, S. 2010. Manual básico do promotor de justiça de defesa do meio ambiente. Goiânia: Ministério Público do Estado de Goiás, ESMP,156p.

Hoefel, F. G. 1997. Morfodinâmica de Praias Arenosas Oceânicas: uma revisão bibliográfica. Itajaí/SC: UNIVALI, 83p.

Instituto Geológico de São Paulo (IG). 2008. Restinga: Conceitos e Empregos do Termo no Brasil e Implicações na Legislação Ambiental. São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 104p.

Melo Júnior, J. C. F. & Boeger, M. R. T. 2017. Patrimônio natural, cultura e biodiversidade da restinga do Parque Estadual Acaraí. Joinville/SC: Editora UNIVILLE, 478p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/319327761_Patrimonio_natural_cultura_e_biodiversidade_da_restinga_do_Parque_Estadual_Acarai>. Acesso em: 15 de abril de 2021.

Martins, V. M. 2009. Relação solo-relevo-substrato geológico na planície costeira do Município de Bertióga-SP. Tese de Doutorado da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba: ESALQ, 273p. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-24062009-093115/pt-br.php>>. Acesso em: 15 de abril de 2021.

Mendes, I. 2008. Caracterização dos impactos ambientais causados pela ocupação de regiões costeiras: a praia Brava como estudo de caso – Itajaí, SC”. Trabalho de Conclusão de Curso. Florianópolis: UFSC, 111p. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/124348/58.pdf?sequence=1>> Acesso em: 11 de maio de 2021.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2015. Plano nacional de gerenciamento costeiro: 25 anos do gerenciamento costeiro no Brasil. Brasília: MMA, 181p.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2018. Panorama de erosão costeira no Brasil. Brasília: MMA, 759p.

Ministério Público Federal (MPF). 2001. AÇÃO CIVIL PÚBLICA nº 2001.72.08.000141-4. MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. Disponível em: <<http://www.transparencia.mpf.mp.br/conteudo/atividade-fim/consulta-andamento-processual>>. Acesso em: 15 de abril de 2021.

Ministério Público Federal (MPF). 2018. AÇÃO CIVIL PÚBLICA nº 0803293-41.2018.4.05.8502. MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. Disponível em: <<http://www.transparencia.mpf.mp.br/conteudo/atividade-fim/consulta-andamento-processual>>. Acesso em: 15 de abril de 2021.

Ministério Público Federal (MPF). 2020. AÇÃO CIVIL PÚBLICA nº 5012363-15.2020.4.04.7200. MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. Disponível em: <<http://www.transparencia.mpf.mp.br/conteudo/atividade-fim/consulta-andamento-processual>>. Acesso em: 15 de abril de 2021.

Ministério Público Federal (MPF). 2001. INQUÉRITO CIVIL PÚBLICO nº 1.14.001.000021/2001-63. MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. Disponível em: <<http://www.transparencia.mpf.mp.br/conteudo/atividade-fim/consulta-andamento-processual>>. Acesso em: 15 de abril de 2021.

Ministério Público Federal (MPF). 2013. INQUÉRITO CIVIL PÚBLICO nº 1.29.006.000357/2013-97. MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. Disponível em: <<http://www.transparencia.mpf.mp.br/conteudo/atividade-fim/consulta-andamento-processual>>. Acesso em: 15 de abril de 2021.

Ministério Público Federal (MPF). 2014. INQUÉRITO CIVIL PÚBLICO nº 1.28.000.000147/2014-71. MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. Disponível em: <<http://www.transparencia.mpf.mp.br/conteudo/atividade-fim/consulta-andamento-processual>>. Acesso em: 15 de abril de 2021.

Ministério Público Federal (MPF). 2014. INQUÉRITO CIVIL PÚBLICO nº 1.24.000.001755/2014-48. MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. Disponível em: <<http://www.transparencia.mpf.mp.br/conteudo/atividade-fim/consulta-andamento-processual>>. Acesso em: 15 de abril de 2021.

Ministério Público Federal (MPF). 2015. Nota técnica nº 005/2015/4ª Câmara de Coordenação e Revisão/MPF – Diagnóstico da Atuação do MPF. Disponível em: <<http://www.transparencia.mpf.mp.br/conteudo/atividade-fim/consulta-andamento-processual>>. Acesso em: 15 de abril de 2021.

Ministério Público Federal (MPF). 2015. Nota técnica nº 005/2015/4ª Câmara de Coordenação e Revisão/MPF – Impactos e Passivos ambientais na Zona Costeira. Disponível em: <<http://www.transparencia.mpf.mp.br/conteudo/atividade-fim/consulta-andamento-processual>>. Acesso em: 15 de abril de 2021.

Nordstrom, K. F. 2010. Recuperação de Praias e Dunas. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 352p.

Pimheiro, M. V. A. 2009. Evolução Geoambiental e Geohistórica das Dunas Costeiras de Fortaleza, Ceará. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará: Fortaleza, 2009. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/8994/1/2009_dis_mvapimheiro.pdf>. Acesso em: 15 de abril de 2021.

Souza, C. R. G.; Hiruma, S. T.; Sallun, A. E. M.; Ribeiro, R. R.; Azevedo Sobrinho, J. M. 2008. “Restinga”: Conceitos e empregos do termo no Brasil e implicações na legislação ambiental. São Paulo: Instituto Geológico, 2008. 104p.

AValiação DA QUALIDADE ACÚSTICA AMBIENTAL EM PRAÇAS COM MODELOS PREDITIVOS DE RUÍDO DE TRÁFEGO

| ID 18808 |

1Vinícius Borges de Lacerda Stecanella, 2Paulo Fernando Soares, 3Igor José Botelho Valques

1 Universidade Estadual de Maringá, e-mail: vinivbls@hotmail.com; 2 Universidade Estadual de Maringá, e-mail: pfsoares@uem.br; 3 Universidade Estadual de Maringá, e-mail: ijbvalques@uem.br

Palavras-chave: Conforto acústico; Espaços livres públicos; Ruído urbano.

Resumo

Os espaços livres públicos desempenham papel fundamental na sociedade desde a Antiguidade. As praças, nesse sentido, ganham destaque especial devido às suas múltiplas funções, ressignificadas ao decorrer da história. A garantia da qualidade desses ambientes é de reconhecida importância para manter suas funções sociais e sua utilização ativa. Dentre as avaliações para essa garantia, encontra-se a análise da qualidade acústica, fator que tem sofrido grande impacto negativo devido ao tráfego rodoviário. Sendo assim, consiste como objetivo desse estudo a avaliação da influência do ruído de tráfego rodoviário na paisagem sonora de praças. Para isso, fez-se uso da quantificação de fluxo de tráfego em três praças da cidade de Maringá-PR, sobre os quais foram aplicados modelos preditivos de ruído de tráfego. Os resultados foram comparados aos níveis de recomendação e legislação atuais, mostrando uma inadequação dos ambientes no que se refere à qualidade acústica.

Introdução

Desde o tempo que o Homem começou a conviver em comunidades, ele altera a natureza de forma a assegurar a própria sobrevivência e lhe proporcionar conforto. Existem inúmeros exemplos de cidades, desde a pré-história, com configuração formal e traçados visando, além da segurança, um melhor conforto para seus moradores, como é o caso das protocidades da Era Mesolítica. A cidade de Mohenjo Daro, no vale do rio Indo, possuía uma hierarquização viária que impedia que o ruidoso ir e vir de cidadãos e forasteiros comprometesse o conforto e a segurança das áreas residenciais. As casas se abriam apenas para pátios internos e vielas menores (MACKAY, 1937). A polis grega, por

sua vez, possuía ruas e avenidas que, muitas vezes, visavam ordenar o espaço e conformar a Ágora (lugar de reunião para a população da cidade) que, por fim, daria origem a conhecida praça, o espaço público, adotado e recriado nas diferentes eras. O que não se pode negar é que, passando pela Ágora grega, pelo Fórum Romano, pela praça de espetáculos da Idade Média ou pelas significações do Renascimento e Barroco, embora ora mais, ora menos importante, a praça sempre exerceu função significativa no convívio social (OLIVEIRA, 2017).

Submetidos a diversos processos de transformação, seja por motivos sociais, econômicos, políticos ou culturais, os espaços públicos ainda são pontos essenciais na cidade atual. São locais de múltiplas funções (lazer, convívio social, manifestação política, integração da malha urbana), o que garante sua percepção como espaço de vitalidade urbana (BORTOLO, 2015).

O desenvolvimento das cidades é, reconhecidamente, um fator de impacto na qualidade ambiental. O intenso crescimento do tráfego rodoviário representa, desta forma, um fator negativo, contribuindo para o adoecimento da população a partir do aumento do ruído urbano (YANG; MIN, 2019).

Questiona-se qual será o critério que estigmatiza um lugar de ruim ou lúgubre, ainda, qualifica o mesmo de apazível ou bom. Será a hora do dia? Será a forma de apreensão ou mesmo o tempo destinado a isso? Ou serão os fatos ali ocorridos? Fica a dúvida final: como se pode equacionar a qualidade do lugar?

Nesse contexto, o presente artigo tem por objetivo analisar a relação dos espaços públicos, especificamente as praças, com a população das cidades, por meio da avaliação da qualidade acústica percebida nesses locais, considerando as contribuições do tráfego viário. A importância da discussão é dada a partir do constante crescimento das cidades e, por consequência, da sua frota de veículos, o que pode alterar a paisagem sonora e prejudicar a qualidade do uso dos ambientes submetidos à essa realidade.

Revisão da Literatura

A cidade é formada a partir de espaços interiores e exteriores, criados a partir da colaboração dos edifícios. Enquanto o espaço interior é definido pela própria obra arquitetônica, os espaços exteriores são conformados por ela (ZEVI, 2000). Ainda, como expressa Cullen (2006), cada local da cidade apresenta características únicas, bairros, quarteirões e praças possuem suas especificidades. Para que seja possível o entendimento da importância da avaliação do ruído em praças, deve-se garantir a percepção sobre sua história, realidade e usos, bem como assimilar a necessidade de

garantia de qualidade ambiental nos locais onde a população está inserida. Para isso, são apresentados os tópicos seguintes.

As praças no contexto das cidades

O espaço público é parte constituinte da história. Nele acontece a interação da sociedade e sua estruturação. O sentido antigo, produzido pelos gregos, pode não ser mais um bom representante do real significado desses espaços, que passaram por inúmeras transformações ao longo do tempo. Percebe-se, a partir do final do século XIX, um maior cuidado de políticas voltadas para o espaço público, seja para embelezar as cidades ou garantir sua salubridade. O entendimento desses locais é definido por diversos autores: um espaço social para representação das relações sociais; um espaço socialmente produzido a partir da apropriação ou; espaços de ordenamento, desenvolvimento e gestão (MIÑO, 2004; BORTOLO, 2015).

Dentre os espaços públicos, destacam-se as praças. Como apresenta Lamas (1993), as praças são locais de encontro, de permanência, ponto de práticas sociais e manifestações da vida urbana e comunitária. Relacionam-se de forma direta com seu entorno e, nos séculos XVIII e XIX, adquirem presença obrigatória no planejamento das cidades. Notoriamente, além de seu significado social, as praças são espaços de memória histórica, palco de discursos sociais e políticos sobre a cidade. Desempenham ainda funções comerciais, seja no seu próprio espaço ou no seu entorno. Na percepção individual, são parte das lembranças de vida (DE ANGELIS *et al.*, 2005; FREIRE, 2012; YANG; MIN, 2019).

As praças, nesse sentido, seguem o mesmo caminho. Detentora de funções mais ricas, ainda na antiguidade, os processos inerentes à globalização limitaram seu uso para a dimensão familiar ou individual. Essa alteração, contudo, não anula o significado social e a importância desses locais (DE ANGELIS *et al.*, 2005). Para De Angelis e De Angelis Neto (2000), a partir da concepção dos locais públicos em consonância com as necessidades das cidades, as praças que antes eram projetadas a partir da vontade individual daqueles que detinham o poder, passaram a ser estruturadas pelas vias, passeios e edificações que as circundam ou se inserem nela, ganhando novas formas e significações. Entretanto, como sugere Szeremeta e Zannin (2015), as condições ambientais são influentes diretas no uso dos locais públicos. Enquanto boas condições trazem os usuários a esses locais e promovem o bem-estar, a má qualidade ambiental provoca insatisfação e pode descaracterizar o uso desses pontos.

Pesquisas afirmam que, locais nos quais a percepção do ambiente evidencie de forma particular fatores como o ruído de tráfego, trazem aos usuários a sensação de estresse, responsável por uma avaliação negativa quanto à qualidade do ambiente. No que se refere à percepção acústica,

uma qualidade positiva é proporcionada a partir da atenuação dos sons tecnológicos e destaque aos sons da natureza (VALQUES, 2016).

Qualidade ambiental e o tráfego rodoviário

O intenso processo de urbanização e a consequente alteração nas condições do ambiente urbano, acontecimentos percebidos em todo o mundo desde o século passado, trazem maior relevância para as análises da qualidade ambiental. Objeto de estudo de diversos autores, a qualidade ambiental está ligada ao comportamento do meio ambiente e as influências sofridas por ele causadas pela ação antrópica. Dentre os vários itens de estudo do tema, pode-se citar o trânsito, a concentração populacional, a ordenação de crescimento local, a presença de elementos naturais e a poluição percebida. De modo geral, atributos que visam o julgamento quanto ao bem-estar e satisfação do indivíduo inserido nessa realidade (GOMES; SOARES, 2004).

Além disso, é necessário considerar que, como sugere Valques (2008), a qualidade de um local está relacionada com a interação emocional do usuário com o espaço, além das sensações causadas pelas energias geradas pelo meio (luminosa, térmica, auditiva etc.). É esse conjunto que será responsável pelo estabelecimento do conforto. No âmbito da acústica, o conforto é atingido ao proporcionar o bem-estar sonoro do usuário que vivencia um momento em dada paisagem, representando uma avaliação intuitiva da ambiência sonora (VALQUES, 2016).

Percebe-se que a avaliação da paisagem sonora é bastante pertinente para o entendimento do bem-estar do homem cidadão. É importante considerar o comportamento do som que, ao contrário do espaço visual (setorial), não tem barreiras, é esférico, envolve toda a paisagem, é transitório e fluido. Embora tenha informações menos perceptíveis, o espaço sonoro tem a capacidade de estabelecer emoções e dar dinamismo ao local, o que justifica a importância da avaliação da paisagem sonora (YANG; KANG, 2005).

Inserido nesse contexto, o ruído urbano é apresentado como um problema cada vez mais recorrente e com sérias consequências para os indivíduos a ele expostos. De acordo com Yang e Min (2019), o ruído urbano é responsável por trazer problemas de saúde e reduzir a qualidade de vida da população. Distúrbios relacionados aos sistemas cardiovascular, digestivo e nervoso, além da redução da eficiência e aumento na distração, são apontados como consequência da exposição ao ruído ambiental urbano. Os principais geradores dessa realidade são identificados como sendo o tráfego, a construção, atividades de bairro e as instalações comerciais.

De fato, a preocupação com a exposição ao ruído trouxe, desde a década de 1990, uma série de documentos que visam instruir sobre a avaliação do problema e propor métodos para sua mitigação. São exemplos os textos produzidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS), como o *Selected*

Presentations – Informal Regional Consultation Meeting on Noise Pollution (1995) e o *Guidelines for Community Noise (1999)*, Futura Política de Ruídos (da Comissão das Comunidades Europeias, de 1996) e a Directiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu.

No contexto nacional, o controle do nível de ruído nas cidades tem sido verificado a partir de leis instituídas pelo poder público municipal, seguindo recomendações gerais de caráter nacional. Na cidade de Maringá, a Lei Complementar nº 218/98 estabelece o controle e fiscalização da poluição sonora local, instituindo valores máximos de referência de acordo com as zonas da cidade.

Como apresentado, dentre os ruídos urbanos, aquele gerado pelo tráfego consta como uma das maiores fontes. Para Nunes e Ribeiro (2008), essa fonte pode ser considerada, majoritariamente, como a maior entre as outras. Isso se deve, também, pela sua caracterização: é um som desagradável, não transmite mensagem e não possui harmonia, além de, em vários casos, exceder o nível permitido pela legislação. Para a medição do ruído de tráfego, algumas diretrizes são definidas, tanto referentes ao processo de medida, quanto à avaliação dos resultados encontrados, fornecendo limites de aceitabilidade. No caso do Brasil, destacam-se a ABNT NBR 10151 e ABNT NBR 10152, ambas em suas versões corrigidas de 2020. Contudo, alguns métodos preditivos permitem estimar qual seria o ruído gerado a partir do comportamento do tráfego (seu fluxo, velocidade e porcentagem de veículos pesados, por exemplo).

De acordo com Steele (2001), os modelos de previsão de ruído de tráfego começaram a se desenvolver nas décadas de 1950 e 1960, primeiramente focados na previsão de comportamento de um único veículo. Com o passar do tempo, os modelos foram desenvolvidos e passaram a considerar situações mais complexas, analisando uma série de variáveis. A partir do trabalho de Santos Filho e Sposto (2017), pode-se apresentar alguns modelos de previsão de ruído de tráfego propostos por diversos autores, como mostra o Quadro 1.

Quadro 1 – Modelos de previsão de ruído de tráfego

Autor	Equação de predição do nível de pressão sonora
HMSO (1988)	$L_{10} = 10 \log_{10}(q) + 33 \log_{10} \left(v + 40 + \frac{500}{v} \right) + 10 \log_{10} \left(\frac{1 + 5p}{v} \right) - 26,6$
Garcia e Faus (1991)	$L_{eq} = 48,6 + 8,1 \log(q)$
Chakrabarty (1997)	$L_{eq} + 20 \log(d) = 53,8 + 17,2 \log(q)$
Sattler (1998) – linear	$L_{Aeq} = 65,2 + 4,67 \cdot 10^{-3}(q)$
Sattler (1998) – não linear	$L_{Aeq} = 38,6 + 10,97 \log(q)$
Nunes <i>et al.</i> (1999)	$L_{Aeq} = 8,0176 \log(q) + 51$

As variáveis apresentadas representam o fluxo veicular total (q), a velocidade média (v) e a distância da fonte ao ponto de análise (d). Ainda, é possível apresentar outros modelos desenvolvidos mais recentemente, através de relações empíricas, sendo eles apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 - Outros modelos de previsão de ruído de tráfego

Autor	Equação de predição do nível de pressão sonora
Silva e Goldner (2004)	$L_{Aeq} = 62,044 + 1,779 \log VL + 8,282 \log VP$
Aragão (2014)	$L_{Aeq} = 2,4366 \ln x + 54,944$

Nos últimos casos apresentados, as variáveis referem-se ao volume de veículos leves a cada 10 minutos (VL), o volume de veículos pesados a cada 10 minutos (VP) e o volume total de veículos por hora (x).

Metodologia de pesquisa

Com a base teórica referente ao tema já fundamentada, segue-se para a caracterização da qualidade acústica nos locais de análise, considerando as influências do fluxo de veículos. Para isso, a pesquisa se divide nos três tópicos apresentados a seguir.

Objeto de estudo

A escolha dos locais de análise foi dada a partir do ambiente de inserção do autor: a cidade de Maringá, no Paraná. Considerando as praças inseridas na área de concepção inicial da cidade, a partir dos trabalhos de Jorge de Macedo Vieira, três espaços foram selecionados pelo seu uso e relevância para a cidade.

O primeiro ponto avaliado é a Praça Napoleão Moreira da Silva, popularmente chamada Praça da Pernambucanas. Posicionada no centro da cidade, o local ocupa 11.520 m² (REMOLLI, 2009), com formato retangular e cercada por quatro vias de circulação. Percebe-se, ao longo do espaço, mobiliários urbanos como bancos e mesas, o que torna o local frequentemente usado pela população da cidade, em especial pessoas da terceira idade. Ainda, a praça conta com uma Academia da Terceira Idade. Além disso, o espaço conta com uma banca de revistas e um comércio de sorvetes. No que se refere à vegetação, a praça, de forma geral, é bem vegetada, mas com áreas mais arborizadas do que outras. Em relação ao entorno, verifica-se edifícios comerciais que geram bastante movimento, como

lojas de departamento, instituições financeiras, lojas de móveis e eletrodomésticos, restaurantes e cafés, além de residenciais sobrelojas.

Na sequência, apresenta-se a Praça Raposo Tavares, também de formato retangular e com área de 3.993 m² (REMOLLI, 2009). Localizada a aproximadamente 150 m da Praça Napoleão Moreira da Silva, o espaço é local de bastante utilização por parte dos usuários do transporte público de Maringá, haja vista a implantação de pontos de atendimento da empresa responsável nesse espaço, além de ser parte do trajeto de diversas linhas de ônibus (com vários pontos instalados nos limites do local). Percebe-se a existência de pequenos comércios alimentícios (barracas) compondo o espaço da praça, além da presença de bancos espalhados. Por fim, verifica-se um palco, com diversos assentos, frequentemente utilizado por instituições religiosas. No que se refere à vegetação, embora arborizada, encontra-se uma série de espaços sem sombreamento ao longa da praça. O entorno é composto por edifícios comerciais, com pequenos comércios de produtos diversos, farmácias e salões.

Por fim, o terceiro local de estudo é a Praça da Catedral. Com formato semicircular e área de 24.154 m² (REMOLLI, 2009), o espaço abriga a Catedral Basílica Menor Nossa Senhora da Glória, principal cartão postal de Maringá. Embora o espaço não conte com bancos ou arborização expressiva, ainda é ponto de encontro de grande parte da população, que faz uso frequente do local. Outro item que diferencia a praça das demais abordadas, é a presença de espelho d'água. O entorno é caracterizado pela presença de outras praças, farmácias, rede de *fast food* e prédios públicos, como a Câmara Municipal e o Fórum de Maringá.

Enquanto as duas primeiras praças (Napoleão Moreira da Silva e Raposo Tavares) estão localizadas na Zona de Comércio Central, com as vias ao seu redor sendo parte do Eixo de Comércio e Serviços, a Praça da Catedral localiza-se em Zona Residencial. Ainda assim, as vias que a circundam fazem parte do Eixo de Comércio e Serviços. A Figura 1 apresenta a localização das praças de estudo no território de Maringá.



Figura 1 – Localização dos pontos de estudo.

Fluxo de tráfego

Para a aplicação de modelos de previsão de ruído de tráfego, faz-se necessário conhecer o fluxo veicular nos pontos analisados. Para isso, fez-se uso do Controle do Tráfego de Veículos em Maringá, documento elaborado pela JGV – Consultoria e Assessoria Ltda. em 1999, disponibilizando dados de tráfego em diversos cruzamentos na cidade de avaliação desse estudo. A partir dos dados apresentados, foi possível analisar o fluxo de veículos nas ruas que contornam as praças analisadas.

É necessário perceber, contudo, que o volume de tráfego apresentado, bem como a própria organização viária da cidade de Maringá, passou por grandes mudanças desde 1999. Sendo assim, os resultados de ruídos verificados não representam, necessariamente, a condição percebida hoje. Contudo, a proposta ainda se mostra válida para fins de aplicação dos modelos preditivos e avaliação de conformidade acústica nos ambientes.

Ruído de tráfego

Com os dados de fluxo veicular e por meio da aplicação dos modelos preditivos do nível de pressão sonora, foi possível quantificar o ruído decorrente do tráfego viário nas praças propostas.

Para isso, foi considerado o fluxo horário (períodos de 1 h) para cada um dos espaços escolhidos. Em seguida, por meio da Lei Complementar nº 218/1998 da cidade de Maringá, verificou-se o atendimento da legislação no que se refere ao limite de ruído permitido.

Os modelos preditivos utilizados, provenientes da literatura, foram escolhidos de modo a trazer análises concordantes entre si e possibilitar os cálculos com os dados disponíveis para essa pesquisa. Assim, foram escolhidos os modelos de Garcia e Faus (1991), Sattler (1998) – não linear, Nunes (1998), Silva e Goldner (2004) e Aragão (2014). Especial atenção é dada para Aragão (2014), que traz um modelo elaborado na própria cidade de Maringá, no Paraná.

Deve-se considerar que os modelos foram aplicados para cada uma das vias que contornam as praças, individualmente. Após isso, foi calculado o nível sonoro equivalente na praça através da consideração dos valores obtidos para cada lateral do espaço. O cálculo do nível sonoro equivalente é dado conforme a Equação 1.

$$L_{eq} = 10 * \log \left[\frac{1}{n} * (10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_n}{10}}) \right] \quad (1)$$

Esse processo foi realizado para cada um dos cinco modelos preditivos, possibilitando a obtenção de cinco níveis de pressão sonora para cada uma das praças. Com esses valores, foi realizada a média e desvio padrão das medidas.

Resultados e análise

Com auxílio do Controle do Tráfego de Veículos em Maringá, da JGV – Consultoria e Assessoria Ltda., foi possível determinar o fluxo de veículos existente em cada uma das vias que delimitam as praças de estudo. Apenas na Praça Napoleão Moreira da Silva não foi possível a determinação de fluxo em uma das laterais devido à inexistência de dados que pudessem possibilitar o cálculo. Contudo, considerando que a via em questão é, perceptivelmente, de menor fluxo do que as demais, a não consideração do ruído gerado na rua não deve acarretar a descaracterização do ruído da praça como um todo. Com os valores de fluxo de tráfego, foi possível determinar o ruído gerado a partir dos modelos preditivos apresentados na Revisão da Literatura e selecionados na Metodologia de Pesquisa. Os tópicos seguintes apresentam os resultados obtidos para cada uma das praças, bem como a análise dos valores.

Praça Napoleão Moreira da Silva

A definição das laterais da Praça Napoleão Moreira da Silva é dada conforme apresentado na Figura 2.



Figura 2 - Praça Napoleão Moreira da Silva.

Conforme apresentado, o fluxo referente ao Lado 4 da praça não foi calculado, dada a inexistência de dados.

Aplicando os modelos de previsão de ruído de tráfego segundo o equacionamento apresentado nos Quadros 1 e 2, é possível obter a predição do ruído de tráfego para cada um dos lados da praça. Com a Equação 1, calculou-se o ruído equivalente para toda a praça, conforme apresentado na Tabela 1, para cada um dos modelos preditivos. Todos os valores foram arredondados para números inteiros.

Tabela 1 - Predição do ruído de tráfego na Praça Napoleão Moreira da Silva

	Horário	06h-07h	07h-08h	08h-09h	09h-10h	10h-11h	11h-12h	12h-13h	13h-14h	14h-15h	15h-16h	16h-17h	17h-18h	18h-19h	19h-20h	20h-21h	21h-22h
L _{eq} (dB)	Garcia e Faus (1991)	65	72	72	72	73	74	73	74	74	74	74	74	73	71	70	70
	Sattler (1998)	61	70	70	71	72	73	72	74	74	73	73	73	72	70	68	67
	Nunes (1999)	67	74	74	74	75	76	76	77	77	76	76	76	76	74	72	72
	Silva e Goldner (2004)	66	70	70	70	70	70	69	69	69	70	69	69	69	67	64	66
	Aragão (2014)	66	71	71	71	72	72	72	73	73	72	72	72	72	71	70	69

Considerando os valores da Tabela 1, foi possível calcular o ruído médio apresentado pelos métodos preditivos, bem como o desvio padrão entre os valores, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 – Média e desvio padrão do ruído da Praça Napoleão Moreira da Silva

	Horário	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h
		07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h
L_{eq}	Média	65	71	71	72	72	73	72	73	73	73	73	73	72	71	69	69
(dB)	Desvio	2,26	1,47	1,54	1,48	1,83	2,00	2,06	2,46	2,58	1,97	2,24	2,16	2,15	2,22	2,71	1,90

Dada a Lei Complementar nº 218/1998 da cidade de Maringá e, sabendo que a Praça Napoleão Moreira da Silva se encontra na Zona de Comércio Central, com as vias no Eixo de Comércio e Serviços, percebe-se que o ruído máximo permitido é de 60 dB (diurno) e 50 dB (noturno), em que o período diurno está compreendido entre 7 e 20h e o período noturno entre 20 e 7h.

Observa-se que todos os níveis verificados de ruído se encontram acima da máxima permitida por lei, seja no período diurno ou noturno, independente do modelo preditivo considerado. Mesmo o nível mais baixo verificado, 61 dB, é superior 1 dB referente ao máximo permitido entre os períodos.

Praça Raposo Tavares

A definição das laterais da Praça Raposo Tavares é dada conforme apresentado na Figura 3.



Figura 3 – Praça Raposo Tavares

Deve-se observar que, o motivo para a divisão do Lado 3 da praça em dois trechos é dado pela existência de uma avenida no meio do trecho, o que provoca alterações no fluxo da Avenida Brasil.

A partir dos modelos de previsão de ruído de tráfego, conforme Quadros 1 e 2, são apresentados na Tabela 3 o nível de ruído equivalente para toda a praça de acordo com cada modelo aplicado. Os valores foram arredondados para números inteiros.

Tabela 3 – Predição do ruído de tráfego na Praça Raposo Tavares

	Horário	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h
		- 07h	- 08h	- 09h	- 10h	- 11h	- 12h	- 13h	- 14h	- 15h	- 16h	- 17h	- 18h	- 19h	- 20h	- 21h	- 22h
L_{eq} (dB)	Garcia e Faus (1991)	64	70	70	70	71	71	71	72	72	72	72	71	71	69	69	68
	Sattler (1998)	61	69	68	69	69	70	70	71	71	71	70	70	70	68	67	66
	Nunes (1999)	67	72	72	73	73	74	74	74	74	74	74	74	74	72	71	70
	Silva e Goldner (2004)	68	72	69	69	70	69	68	68	69	69	71	69	70	67	66	63
	Aragão (2014)	65	69	69	70	70	70	70	71	71	71	71	70	70	69	68	68

Considerando os valores da Tabela 3, foi possível calcular o ruído médio apresentado pelos métodos preditivos, bem como o desvio padrão entre os valores, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4 – Média e desvio padrão do ruído da Praça Raposo Tavares

	Horário	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h
		07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h
L_{eq} (dB)	Média	65	70	70	70	71	71	71	71	72	71	72	71	71	69	68	67
	Desvio	2,41	1,45	1,41	1,39	1,41	1,56	1,85	1,93	1,71	1,78	1,33	1,71	1,46	1,66	1,70	2,58

De igual forma ao verificado na Praça Napoleão Moreira da Silva, a Praça Raposo Tavares está localizada na Zona de Comércio Central, com as vias que a circundam sendo parte do Eixo de Comércio e Serviços. Assim, o ruído máximo permitido permanece como 60 dB para o período diurno (das 7 às 20h) e 50 dB para o período noturno (das 20 às 7h).

Os níveis observados seguem o padrão já apresentado. Não há atendimento da legislação em nenhum horário em qualquer dos modelos preditivos utilizado.

Praça da Catedral

A definição das laterais da Praça da Catedral é dada conforme apresentado na Figura 4.



Figura 4 – Praça da Catedral.

Embora a Praça da Catedral possua apenas duas vias ao seu redor, Av. Tiradentes e Av. Papa João XXIII, o fluxo na segunda via recebe alterações ao longo de seu comprimento, considerando as interseções existentes. Por isso, serão considerados três lados para a análise da praça.

Os modelos de previsão de ruído de tráfego apresentados nos Quadros 1 e 2 possibilitam a obtenção da previsão de ruído para cada um dos lados considerados para a praça. Em seguida, considerando o nível equivalente segundo a Equação 1, torna-se possível obter os resultados apresentados na Tabela 5 para cada um dos modelos aplicados. Os valores foram arredondados para números inteiros.

Tabela 5 – Predição do ruído de tráfego na Praça da Catedral

	Horário	06h-07h	07h-08h	08h-09h	09h-10h	10h-11h	11h-12h	12h-13h	13h-14h	14h-15h	15h-16h	16h-17h	17h-18h	18h-19h	19h-20h	20h-21h	21h-22h
Leq (dB)	Garcia e Faus (1991)	65	72	72	72	71	73	73	74	73	73	73	74	73	72	70	70
	Sattler (1998)	61	71	70	70	70	71	71	73	72	71	71	72	72	71	68	67
	Nunes (1999)	67	75	74	74	74	75	75	76	75	75	75	76	75	75	73	72
	Silvae Goldner (2004)	67	71	71	70	70	71	70	69	70	70	70	70	69	68	67	65
	Aragão (2014)	66	71	71	71	71	72	72	72	72	71	72	72	72	71	70	70

Considerando os valores da Tabela 5, foi possível calcular o ruído médio apresentado pelos métodos preditivos, bem como o desvio padrão entre os valores, como mostra a Tabela 6.

Tabela 6 – Média e desvio padrão do ruído da Praça da Catedral

	Horário	06h-07h	07h-08h	08h-09h	09h-10h	10h-11h	11h-12h	12h-13h	13h-14h	14h-15h	15h-16h	16h-17h	17h-18h	18h-19h	19h-20h	20h-21h	21h-22h
Leq (dB)	Média	65	72	71	71	71	72	72	73	72	72	72	73	72	71	70	69
	Desvio	2,40	1,37	1,41	1,46	1,42	1,48	1,62	2,20	1,83	1,73	1,77	1,80	1,96	2,33	2,04	2,36

A Praça da Catedral, ao contrário das demais analisadas, encontra-se em uma Zona Residencial. Os valores permitidos pela Lei Complementar nº 218/1998 para esse tipo de região é de 55 dB de ruído diurno (das 7 às 20h) e 45 dB de ruído noturno (das 20 às 7h). Ainda assim, as vias ao redor da praça são classificadas como parte do Eixo de Comércio e Serviços, permitindo nível de ruído máxima em 60 dB (diurno) e 50 dB (noturno).

Independente do foco da análise, seja Zona Residencial ou Eixo de Comércio e Serviços, os valores trazidos pelos modelos de predição de ruído de tráfego encontram-se acima da legislação para todos os horários avaliados.

Análise geral

É necessário considerar, primeiramente, que os valores de ruído apresentados são referentes ao local onde estão sendo produzidos, ou seja, nas próprias vias ao redor das praças. Sabe-se que, com o aumento da distância o nível de pressão sonora apresentará decaimento, ou seja, nas áreas mais centrais das praças o ruído percebido será menor, haja vista o distanciamento da fonte de ruído,

as ruas. Contudo, para fins de análise, os valores aqui apresentados são aqueles esperados para as vias, no próprio local onde a fonte se encontra.

Além disso, é necessário perceber que os dados utilizados para determinação do fluxo de veículos possuem 20 anos desde sua coleta. Isso significa que a realidade observada atualmente não é mais condizente com aquela dos dados, seja pelo aumento do número de veículos na cidade ou pelas alterações na malha viária de Maringá, como as mudanças de sentido de circulação das vias. Mais uma vez, contudo, a aplicação dos modelos apresentados é válida para fins de aplicação e avaliação dos modelos preditivos.

Outro ponto que merece destaque é dado pela análise comparativa dos dados obtidos com outros estudos. Aragão (2014), apresenta valores de fluxo de tráfego na cidade de Maringá e os níveis de pressão sonora medidos *in loco* referentes aos fluxos. Percebe-se que, embora o estudo de Aragão seja dado na Avenida Colombo, rodovia inserida na cidade que possui fluxo muito alto de tráfego, os valores de nível de pressão sonora observados pela autora são similares aos obtidos nesse artigo através dos modelos de tráfego, mesmo considerando que as vias aqui estudadas possuem menor tráfego. Sendo assim, é perceptível que os resultados apresentados pelos modelos preditivos trazem valores que são, possivelmente, maiores do que a realidade que seria observada através da medição. Tal comportamento pode ser dado pelo tipo de ajuste dos modelos preditivos utilizados. Considerando que os modelos não foram, necessariamente, produzidos em condições de igualdade com as vias apresentadas, no que se refere ao comportamento do tráfego rodoviário, a representatividade de valores pode não ser tão fidedigna a ponto de apresentar valores convergentes com a realidade.

Ainda assim, considerando que os resultados obtidos representam uma extrapolação considerável em relação aos níveis de ruído permitidos na legislação, bem como avaliando o aumento da frota de veículos observado nas cidades brasileiras após o período de coleta dos dados de tráfego utilizados para os cálculos aqui apresentados, é possível reafirmar a problemática do ruído excessivo nas praças do município de Maringá.

Observando os valores apresentados pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em seu documento *Guidelines for Community Noise*, percebe-se que níveis sonoros acima de 45 dB tornam-se prejudiciais ao sono. Além disso, a exposição contínua a níveis sonoros acima de 70 dB podem causar problemas de saúde mais graves, como disfunções cardiovasculares e perda da audição. Os resultados apresentados para as praças de Maringá encontram-se, em todos os casos, acima dos 45 dB e, em alguns casos, acima dos 70 dB. Isso deixa claro que a situação da qualidade acústica nesses espaços não só está inadequada do ponto de vista de promoção do conforto para os usuários como pode ser prejudicial para a permanência deles nas praças.

Comentários finais

Os modelos de predição do ruído de tráfego aplicados deixam claro a falta de qualidade acústica na Praça Napoleão de Moreira da Silva, Praça Raposo Tavares e Praça da Catedral, todas em Maringá, no Paraná. Embora os modelos preditivos possam apresentar valores mais altos de nível de pressão sonora do que seria observado na prática, através de medição, considera-se que o aumento do tráfego rodoviário observado nos últimos anos no contexto nacional fará com que o ruído dos locais de estudo esteja, de fato, superior aos limites permitidos pela legislação.

Além disso, deve-se considerar que a única fonte de ruído observada para avaliação da qualidade ambiental foi aquela proveniente do tráfego rodoviário. Na prática, as atividades realizadas no entorno e dentro das próprias praças, bem como a circulação e conversa de pessoas, são outros itens que podem contribuir para a promoção do ruído urbano.

A avaliação da qualidade ambiental das praças e, por consequência, da qualidade acústica, mostra-se como de efetiva importância ao considerar a necessidade de promoção de locais de lazer para o cotidiano das pessoas inseridas no meio urbano, além da função social dos espaços e o objetivo de mantê-los em utilização de forma a não gerar perda de significado ou vazios urbanos, problemas enfrentados por algumas cidades.

Ainda, a avaliação apresentada é relevante não só pela intenção de atrair indivíduos para o espaço público e viabilizar o uso social das praças, mas também para garantir aos usuários atuais desses locais segurança para utilização. Segurança, neste caso, dá-se no sentido da saúde individual, ao considerar os efeitos negativos que podem ser causados pela exposição ao ruído excessivo em longos períodos, problema que, muitas vezes, não é percebido pelos afetados até que os efeitos negativos sejam irreversíveis.

Para que se possa solucionar o problema verificado, alguns passos podem ser seguidos. Primeiramente, deve-se realizar a medição do ruído nos locais de estudo para percepção da realidade de comportamento acústico desses espaços. Ao caracterizar o ruído, torna-se possível a análise de medidas de intervenção, seja pelo controle de tráfego, implantação de barreiras acústicas ou soluções similares. Seja como for, as ações sempre devem ser realizadas de modo a prover o conforto acústico para os usuários dos espaços públicos e garantir a função social da cidade e o bem-estar de sua população.

Referências Bibliográficas

- ARAGÃO, F. V. **Avaliação do período mínimo de amostragem para a determinação do nível equivalente sonoro de ruído de tráfego**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014.
- BORTOLO, C. A. **A dinâmica dos espaços públicos de lazer em cidades da aglomeração urbana de Londrina – PR**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015.
- CULLEN, G. **The Conside Townscape**. 1. ed. Oxford: Architectural Press, 2006.
- DE ANGELIS, B. L. D.; DE ANGELIS NETO, G. Os elementos de desenhos das praças de Maringá-PR. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22(5), p. 1445-1454, 2000.
- DE ANGELIS, B. L. D.; DE ANGELIS NETO, G.; MOTA, C. R.; SCAPIN, C. R.; MANO, L. R.; SCHIAVON, V. S.; HOFFMANN, A. C.; SAVI, E.; DA SILVA, G. F. F.; RECCO, L. H.; BARCOS, M.; SANTANA, M.; FANTINI, P. R.; DOMINGUES, R.; BARBEIRO, T. L.; YUASSA, V. N. Avaliação das praças de Maringá, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Sci. Agron.**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 629-638, Oct./Dec. 2005.
- FREIRE, R. H. A. **A praça e a cidade: o caso de Paranavaí-PR**. 2012. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.
- GOMES, M. A. S.; SOARES, B. R. Reflexões sobre qualidade ambiental urbana. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, 2(2), p. 21-31, jul./dez. 2004.
- GOOGLE EARTH. **Google Earth Pro**. Disponível em: < <https://www.google.com/intl/pt-BR/earth/versions/#download-pro>>.
- GOOGLE MAPS. **Google Maps**. Disponível em: < <https://www.google.com.br/maps>>.
- JGV. **Controle do Tráfego de Veículos em Maringá**. 251 p. Maringá, 1999.
- LAMAS, J. M. R. G. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. 1. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1993.
- MACKAY, E. J. H. **Further excavations at Mohenjo-Daro: being an official account of Archaeological Excavations at Mohenjo-Daro carried out by the Government of India between the years 1927 and 1931**. 1. ed. New Delhi: Manager of Publications, 1937.
- MARINGÁ. **Lei nº 218, de 09 de janeiro de 1998**. Dispõe sobre o controle e fiscalização das atividades que gerem poluição sonora, impõe penalidades e dá outras providências. Maringá: Câmara Municipal.
- MIÑO, O. A. S. **Os espaços da sociabilidade segmentada: a produção do espaço público em Presidente Prudente**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2004.
- NUNES, M.; RIBEIRO, H. Interferências do ruído do tráfego urbano na qualidade de vida: zona residencial de Brasília/DF. **Cadernos Metrôpole**, São Paulo, n. 19, p. 319-338, 2008.
- OLIVEIRA, T. P. **A outra face: uma representação sobre o lazer noturno na Avenida Tiradentes em Maringá, PR**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2017.
- REMOLLI, J. A. **Praças e qualidade espacial: plano piloto da cidade de Maringá, Paraná**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.
- SANTOS FILHO, V. M.; SPOSTO, R. M. Correlação entre os modelos de predição dos níveis de ruído com os medidos em Brasília. **Revista de Ciência e Tecnologia**, Boa Vista, v. 3, n. 4, 2017.
- SILVA, G. C.; GOLDNER, L. G. Modelos de predição dos níveis de ruído e monóxido de carbono gerados pelo tráfego: o caso de Florianópolis-SC. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 18., 2004, Florianópolis. **Anais [...]** Florianópolis: UFSC, 2004.
- STEELE, C. A critical review of some traffic noise prediction models. **Applied Acoustics**, 62 (2001), p. 271-287, 2001.
- SZEREMETA, B.; ZANNIN, P. H. A percepção dos praticantes de atividade física sobre a qualidade ambiental sonora dos parques públicos de Curitiba-Paraná. **R. Ra'e Ga**, Curitiba, v. 33, p. 07-43, abr. 2015.

VALQUES, I. J. B. **Avaliação da qualidade ambiental acústica urbana: parametrização e quantificação das variáveis que influenciam a percepção da paisagem sonora, através da análise multivariada, no campus sede da Universidade Estadual de Maringá.** Tese (Doutorado em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia) – Universidade de São Paulo, 2016.

VALQUES, I. J. B. **Índice de desempenho para a avaliação da qualidade ambiental de lugares urbanos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Estadual de Maringá, 2008.

YANG, W.; KANG, J. Soundscape and Sound Preferences in Urban Squares: A Case Study in Sheffield. **Journal of Urban Design**, v. 10, n. 1, p. 61-80, Feb. 2005.

YANG, J.; MIN, H. **The centre of city: acoustic environment and spatial morphology.** 1. ed. Singapore: Springer, 2019.

ZEVI, B. **Saber ver arquitetura.** 5. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

GESTÃO AMBIENTAL DOS RECURSOS HÍDRICOS NO PLANODIRETOR DE CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ

| ID 18812 |

**Daniela Bogado Bastos de Oliveira, Thais Ferreira Torres, Aline Ferreira de
Andrade, Marcelly Martins da Cruz**

*Instituto Federal Fluminense, e-mail: danibogadobastos@gmail.com; Instituto Federal
Fluminense, e-mail: thaisft90@gmail.com; Instituto Federal Fluminense, e-mail:
alineferreiradeandrade94@gmail.com; Instituto Federal Fluminense, e-mail:
marcellymartins1997@gmail.com*

Palavras-chave: Plano Diretor, Recursos Hídricos e Desenvolvimento Sustentável.

Resumo

Os recursos hídricos, elementos geográficos de grande atratividade e importância ambiental, entram em processo de degradação devido ao impacto da intensa urbanização, principalmente a partir do século XX. No entanto, recentemente, por conta das discussões ambientais relativas à sustentabilidade, as águas urbanas passam a ser alvos de projetos de preservação e valorização. A cidade de Campos dos Goytacazes é uma cidade de porte médio, localizada em uma planície no Norte Fluminense e em constante expansão imobiliária, com extensas terras disponíveis para essa expansão, mas que não possui muitos espaços livres com infraestrutura planejada, fazendo com que a população dependa de grandes deslocamentos para realizar atividades de lazer. Isso ao mesmo tempo em que apresenta importantes elementos de potencial paisagístico que não são valorizados, tais como seus recursos hídricos e espaços que representam a história e a cultura da cidade. E nesse sentido, o Plano Diretor se apresenta como um importante instrumento para a preservação e valorização dos recursos hídricos, capaz de articular diferentes setores urbanos. Com isso, o objetivo desse artigo é demonstrar as carências e potencialidades hídricas do município de Campos dos Goytacazes. Além disso, discute-se de que forma o Plano Diretor atua como instrumento de gestão ambiental dos recursos hídricos urbanos. Para tanto, em busca de ampliar a compreensão sobre esta temática, são utilizadas como ferramentas metodológicas revisão bibliográfica, análise do Plano Diretor (Lei Complementar nº 015, de 07 de janeiro de 2020) e registro fotográfico e de mapas. Conclui-se que a região, apesar de apresentar problemas hídricos, principalmente relacionados ao saneamento e às ocupações em Áreas de Preservação Permanente, possui um

significativo potencial hídrico, já que possui em sua região urbana importantes rios, canais e lagoas, que poderiam ser aproveitados e integrados ao Sistema de Espaços Livres Públicos da cidade, contribuindo para a preservação dos recursos hídricos e como opção de lazer para a população. O Plano Diretor apresenta diversos artigos que abordam o tema dos recursos hídricos, sendo uma importante ferramenta na gestão ambiental. Porém, nota-se que faltam ações efetivas que concretizem o planejamento previsto na lei.

Introdução

Desde as épocas mais remotas, as comunidades se estabeleceram próximas a uma fonte de abastecimento de água, sendo esta uma condição de sobrevivência das mesmas até os dias de hoje.

No meio urbano, a água sempre esteve diretamente relacionada com o desenvolvimento das civilizações. A vida urbana sempre dependeu da água. Ao longo da história da humanidade, crenças antigas, de várias culturas diferentes, indicavam a água como a origem de todas as coisas (PEIXOTO, 2007).

De fato, as principais cidades do mundo se desenvolveram em torno de um rio. Mas a escolha por essa localização por conta do fácil acesso à água, transporte e lazer, também levou a uma série de problemas aos recursos hídricos, que não se restringem aos limites das cidades. As cidades se expandem em direção aos mananciais, contaminando suas fontes de água e reduzindo a qualidade e a disponibilidade hídrica (TUCCI, 2008).

É o que vem ocorrendo com o município de Campos dos Goytacazes, que está localizado no norte do Estado do Rio de Janeiro e possui a maior extensão territorial do Estado, tendo uma população estimada no ano de 2020 de, aproximadamente, 511 mil habitantes, segundo dados do IBGE Cidades. Trata-se de uma cidade de médio porte, haja vista a oferta de bens e serviços.

A planície na qual está localizado o município é formada por um terreno aluvial e uma restinga com menos de 5.000 anos de existência e outra entre Barra do Furado e a margem esquerda do rio Macaé, sendo considerada a maior das planícies do Estado do Rio de Janeiro (SOFFIATI, 2019).

Campos, que era repleta de cursos d'água naturais e lagoas, se ergueu como povoado, freguesia, vila e cidade na planície à margem direita do rio Paraíba do Sul. Com o avançar da urbanização, muitos brejos e lagoas foram drenados e desapareceram. E apesar dos diversos projetos de construção de canais e da execução de obras de engenharia com a construção de diques, a cidade continua a enfrentar problemas de drenagem urbana nos dias atuais (SOFFIATI, 2019).

A cidade de Campos dos Goytacazes vem sofrendo notáveis mudanças territoriais ao longo dos últimos anos, como os processos de verticalização em determinados bairros e de condomínios

horizontais fechados ao redor da cidade. Essas transformações observadas levantam questões quanto ao planejamento da paisagem desse território, principalmente do Sistema de Espaços Livres - SEL (ALMEIDA et al, 2015). Ao mesmo tempo, tais mudanças impactam diretamente nos recursos hídricos urbanos, já que a urbanização, principalmente a irregular e resultante da segregação espacial, acaba por ocupar as faixas marginais de proteção de rios, canais e lagoas da cidade, além de contribuir para o aumento da poluição, com lançamento de resíduos sólidos e esgoto sanitário não tratado.

O município de Campos dos Goytacazes ocupa uma superfície territorial de 4.032,487 km² e densidade demográfica no ano de 2010 de 115,16 hab/km², sendo o maior município em território do Estado do Rio de Janeiro. A taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade é de 97,3% e o PIB per capita para o ano de 2018 era de R\$ 64.186,76. A taxa de mortalidade infantil média na cidade é de 14,51 óbitos para 1.000 nascidos vivos. Quanto ao seu território e ambiente, apresenta 57,1% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 81,8% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 34,2% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (IBGE, 2021).

O relevo da região campista é caracterizado por uma grande planície, o que possibilitou a cultura da cana-de-açúcar ao longo dos anos. Os investimentos em petróleo na Bacia de Campos pela Petrobras, na década de 1970, impulsionou significativamente o desenvolvimento econômico da região, graças aos benefícios provenientes do pagamento dos royalties do petróleo. A principal ligação viária entre o Norte Fluminense e a capital do Estado é a rodovia federal BR-101. Quanto à região ambiental, o município se localiza na Macrorregião da Mata Atlântica. Seus aspectos geofísicos são: cordilheira azóica, tabuleiro sedimentar e planície quaternária, com formação de depósitos sedimentares de três tipos (tabuleiros, aluvional e restingas) (ALMEIDA et al, 2015).

Assim sendo, o objetivo geral desse artigo é demonstrar as carências e potencialidades hídricas do município de Campos dos Goytacazes, além de indicar de que forma o Plano Diretor (PD) atuaria como instrumento de gestão ambiental dos recursos hídricos urbanos, tendo como ferramentas metodológicas revisão bibliográfica, análise das leis, registro fotográfico e mapas.

comitês avaliam os reais e diferentes interesses sobre os usos das águas das bacias hidrográficas (ANA, 2021).

Os CBHs constituem importantes espaços para a internalização e implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), da Agenda 2030, que é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade, buscando fortalecer a paz universal com mais liberdade e a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões. Os 17 ODS almejam concretizar os direitos humanos, sendo integrados e indivisíveis, equilibrando as três dimensões do desenvolvimento sustentável: a social, a econômica e a ambiental. O CBHBPSI pode mobilizar esforços, junto com a gestão do município, para enfrentar o agravamento dos danos às águas e ao meio ambiente, principalmente com relação aos ODS 6 e 11.

No que tange ao ODS 6, os CBHs são fundamentais para se alcançar metas como, por exemplo, a de aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água (meta 6.4) e da meta de apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento (meta 6b).

Quanto ao ODS 11, o planejamento urbano integrado à gestão dos recursos hídricos contribui, por exemplo, com o alcance da meta de, até 2030, garantir o acesso de todos à habitação segura, adequada, com os devidos serviços básicos, o que remete à urbanização das favelas (meta 11.1). Isso porque planejar o espaço urbano, levando em conta a importância das águas urbanas, exige dar acesso à água potável e ao saneamento, assim como evitar a ocupação em áreas de risco, como margens de rios e lagoas, contribuindo também para a preservação dos corpos hídricos.

Carências e potencialidades hídricas

Na RH IX, uma das principais carências relativas aos recursos hídricos é a insuficiência do tratamento dos esgotos sanitários e a disposição final imprópria dos resíduos sólidos urbanos. A região possui um amplo sistema de canais construídos pelo extinto Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS). As canalizações foram construídas com o objetivo sanitário, evitando a propagação de doenças de veiculação hídrica através da drenagem do solo e de desenvolvimento de culturas de sequeiro, como a cana de açúcar e a fruticultura. Atualmente, os rios e sistemas lagunares da região estão com qualidade comprometida, carecendo de maiores investimentos em operação e manutenção dos canais, esgotamento sanitários, proteção e recuperação da vegetação (INEA, 2021).

O processo de urbanização mal planejado propiciou o surgimento de ocupações irregulares na área urbana de Campos dos Goytacazes, notadamente em espaços territoriais de proteção ambiental que visam a preservação dos recursos hídricos e da paisagem, como as Áreas de Preservação Permanente (APPs), que no caso do perímetro urbano de Campos se encontram, principalmente, nas margens dos rios, canais e lagoas da cidade. Algumas dessas aglomerações estão localizadas em áreas onde as condições de vulnerabilidade socioeconômica e ambiental, aliadas à especulação imobiliária, determinam o processo desordenado do uso e ocupação do solo, facilitado pela ausência ou precariedade dos adequados mecanismos de controle e fiscalização.

Ao mesmo tempo, a região de Campos dos Goytacazes apresenta um grande potencial hídrico. Tem em sua área urbana a presença de dois importantes rios: rio Paraíba do Sul e rio Muriaé. Na área em que Campos vem crescendo desde a segunda metade do século XVII, na margem direita do rio Paraíba do Sul, havia muitas lagoas. Em tempos de cheia, as águas eram direcionadas naturalmente para as lagoas. Porém, a urbanização e a necessidade de terras para a agricultura favoreceram seus aterramentos, e hoje a região apresenta diversos canais. Já a margem esquerda, urbanizada posteriormente, ainda preserva muitas lagoas urbanas.



Figura 02: Presença de recursos hídricos na cidade de Campos dos Goytacazes.

Fonte: Terceira Via, 2018

Os rios, canais e lagoas campistas possuem um grande potencial de contribuir com e se integrar aos Sistemas de Espaços Livres (SEL) da cidade de Campos. O conceito de espaços livres foi definido por Miranda Magnoli como todo espaço não ocupado por um volume edificado, sendo um espaço aberto zenitalmente, independentemente da existência ou não de elementos naturais,

podendo contar ou não com a presença de vegetação, ser público ou privado, ser destinado a pedestres, veículos ou conservação ambiental. Silvio Macedo, ao longo dos anos, foi reforçando a atenção às formas e à articulação dos espaços livres, à relação com o relevo, à configuração das quadras, à existência de recuos, à arborização na via ou intralote, ao papel da legislação, entre outros parâmetros de leitura (QUEIROGA; SAKATA, 2020; ALIPRANDI, 2017)

Já o conceito de espaços livres como sistema surgiu na sequência, como nova premissa, e introduz a ideia de que se trata de um sistema não apenas por conta de praças, parques e largos, mas, sobretudo, por conta das vias, tendo em vista que essas se conectam as partes. O SEL é então definido como uma infraestrutura urbana, assim como redes de energia ou de abastecimento de água, fundamental para o funcionamento das cidades (QUEIROGA; SAKATA, 2020).

As APPs dos rios, canais e lagoas campistas integram o SEL da cidade. Poderiam se tornar, por exemplo, parques públicos, que contribuíssem ao mesmo tempo para a preservação dos recursos hídricos e como espaços de lazer, contemplação e na prática de esportes. Porém, sem investimentos nesse sentido, esses espaços acabam cedendo às ocupações irregulares.

O PD se apresenta como um importante instrumento para a integração dos SEL e também com ferramentas para suprir as carências hídricas enfrentadas pelo município, mas principalmente para potencializar e direcionar de que forma se pode preservar e valorizar os recursos hídricos urbanos.

O papel do Plano Diretor como instrumento de gestão ambiental dos recursos hídricos

O PD é uma Lei Municipal - instrumento fundamental da política de desenvolvimento e expansão urbana para que a cidade cumpra a sua função social - primordial para o planejamento urbano municipal, servindo de padrão para execução de políticas públicas urbanas, promovidas pelo Poder Público, tendo como referência as diretrizes do Estatuto da Cidade, instituído pela Lei Federal nº 10257/01, que regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal de 1988, estabelecendo normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.

Nesse viés, o PD é crucial para a aplicação do direito urbanístico e do direito ambiental, em prol do interesse local, no âmbito municipal; para nortear os cidadãos do seu direito à cidade que engloba direitos civis, sociais e difusos; para orientar os gestores públicos no planejamento urbano; para a execução das políticas públicas e de projetos urbanísticos e paisagísticos; para observância do paradigma da socialidade que demanda o cumprimento da função socioambiental. E, assim sendo, o PD se torna o principal meio para a instituição ações voltadas para a preservação,

conservação e recuperação dos corpos hídricos como rios, canais, lagoas e nascentes, promovendo uma política das águas que propicie o seu acesso a todos com qualidade ambiental e equidade, de forma equilibrada. Devido a isso, é importante a sua análise vinculada às potencialidades hídricas do município, considerando as Áreas de Especial Interesse e tendo a função socioambiental da cidade como referência para a proteção e gestão dos recursos hídricos como patrimônio natural e cultural.

O vigente Plano Diretor de Campos dos Goytacazes (PDCG), instituído pela Lei Municipal Complementar nº015/2020, contém princípios, objetivos, estratégias de desenvolvimento que contemplam o Desenvolvimento Sustentável; Cidadania e Inclusão Social; Meio Ambiente e Saneamento Ambiental; Mobilidade Urbana e Integração do Território Municipal; Desenvolvimento urbano e Qualidade Ambiental; Construção da Cidade e Habitação e o Planejamento e Gestão Transparente Participativa. E a sua estrutura base se dá através de dimensões do desenvolvimento sustentável, de diretrizes, de medidas e ações prioritárias de planejamento, gerenciamento, organização e institucionalização, assim como por meio de instrumentos da Política Ambiental Urbana.

Nas suas estratégias do desenvolvimento sustentável, que visam a garantia de qualidade de vida das presentes e futuras gerações, o PD - que está em consonância com os ODS da Agenda 2030 da ONU - propõe o fortalecimento do Município de Campos dos Goytacazes como centro dinâmico regional integrando as dimensões econômica, social, ambiental, do conhecimento, territorial e político-institucional e das tecnologias da informação e comunicação. Evidencia-se nessa lei municipal como objetivo geral norteador do plano, a implementação da gestão sustentável dos patrimônios natural e cultural e a incorporação do componente ambiental no ordenamento do território, para conservação dos mananciais e recursos hídricos, matas, solos hidromórficos e áreas com ocorrências de fósseis, bem como os manguezais, áreas úmidas e as restingas.

Para a análise dos recursos hídricos no PD foram compilados as seguintes vertentes: meio ambiente e saneamento ambiental, desenvolvimento urbano e qualidade ambiental, ordenamento do território municipal e ordenamento urbano, sendo esquematizado no fluxograma a seguir.

Nota-se, nesse esquema, uma forte dimensão ambiental, na qual se revelam as interligações e a abrangência do desenvolvimento sustentável ligadas aos princípios e objetivos do PD, compreendendo a ênfase aos ODS 6 e 11 que tratam, respectivamente, tanto da disponibilidade e da gestão sustentável das águas, inclusive do saneamento, para todos; quanto das cidades e dos assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Com base nisso, o papel do Plano Diretor de Campos dos Goytacazes para a gestão ambiental dos Recursos Hídricos se torna imprescindível.

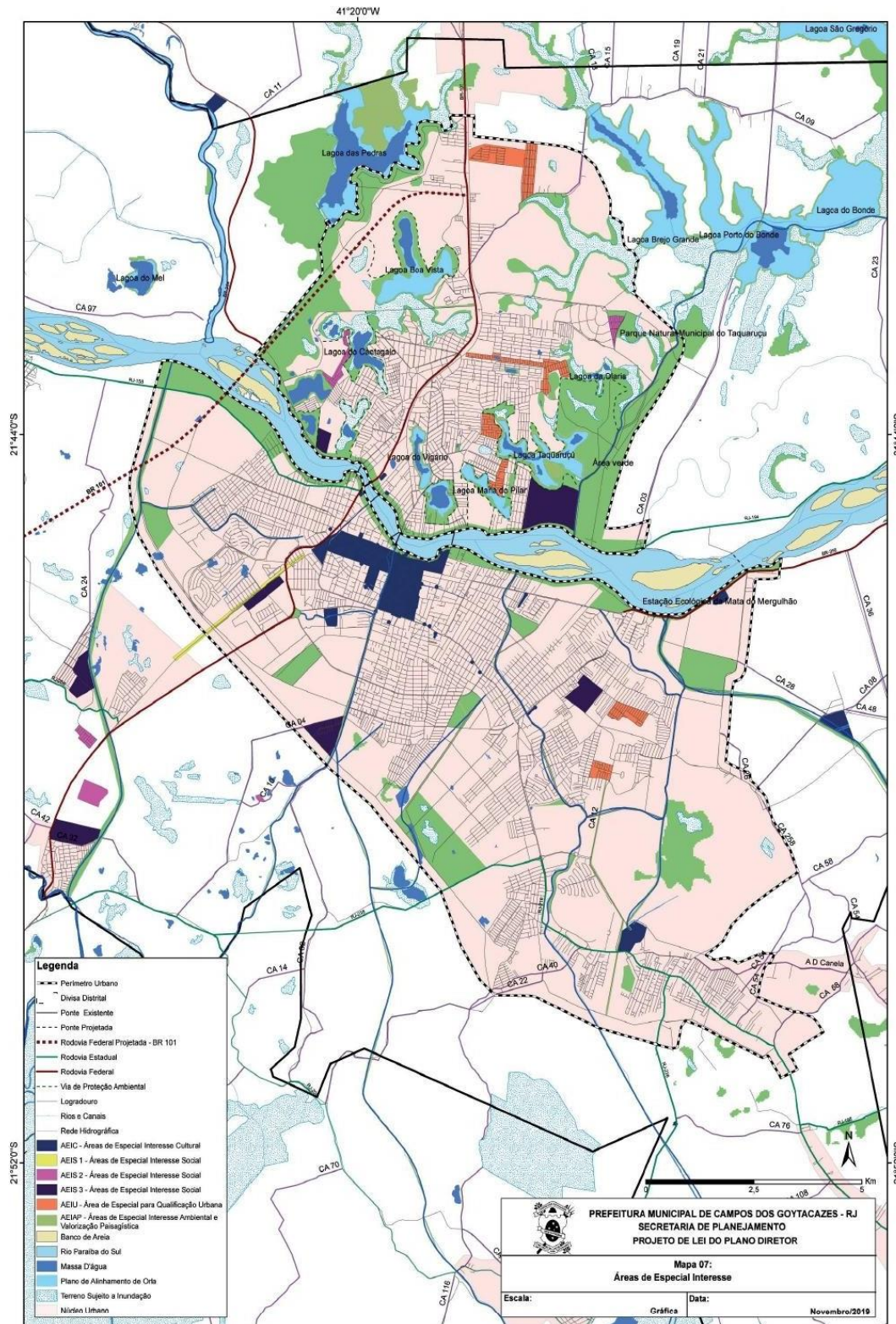


Figura 03: Mapa do município de Campos dos Goytacazes/RJ destacando as Áreas de Especial Interesse.

Fonte: Campos dos Goytacazes, 2020

O PDCG, tratando de meio ambiente e saneamento ambiental, no seu artigo 59, adota como estratégia geral para o meio ambiente a proteção e a valorização do patrimônio natural de seu território, especialmente dos recursos hídricos, através de sua recuperação, conservação, preservação e uso sustentável, bem como através da implementação de políticas de águas e de saneamento ambiental. Em razão disso, nos artigos 61 ao 64, fica expresso, através das supramencionadas diretrizes, medidas e ações prioritárias de planejamento, gerenciamento, organização e institucionalização, a estratégia específica da política municipal das águas, a ser implementada para a proteção e valorização dos recursos hídricos.

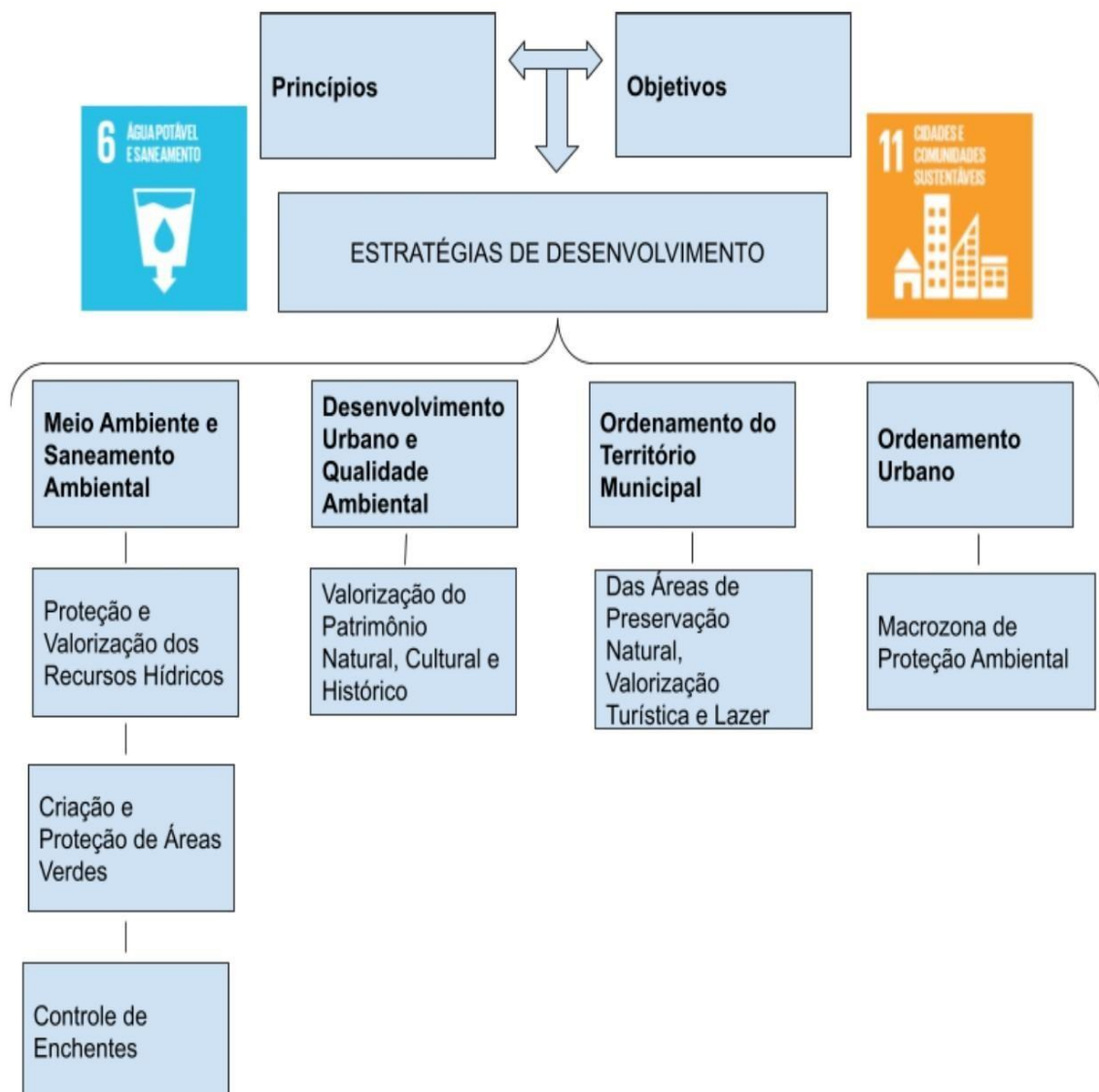


Figura 04: Organograma sobre as estratégias de desenvolvimento do PDCG/20.

Fonte: As autoras, 2021

Tal política municipal das águas, visa o planejamento e o gerenciamento integrado dos recursos hídricos, coordenando ações, ofertas e demandas de usos da água conforme legislação vigente, através da aplicação dos princípios e dos instrumentos de gestão previstos na Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei Federal nº 9.433/97, e sua regulamentação. Neste sentido, o fortalecimento da atuação dos órgãos gestores e das parcerias estabelecidas; a recuperação, proteção e valorização dos leitos e das margens dos cursos d'água; o reflorestamento; os Planos de Alinhamento de Orla (PAO); o plano para demarcação das Faixas Marginais de Proteção (FMP), o uso das Faixas Não Edificáveis (FNA) e o plano de manejo se tornam medidas a serem efetivadas para a proteção das águas. Ressalta-se, a propósito, que tal integração perpassa pela elaboração, junto com o CBH, de mapeamento de microbacias e diagnóstico da Bacia da RH IX.

As Áreas de Preservação Natural e Cultural (APNC) compreendem áreas que merecem ter preservados, conservados ou recuperados os recursos naturais assim como os bens de valor histórico, salvaguardando seus valores culturais e paisagísticos para as gerações presentes e futuras. O PDCG, no art. 155, define como APNC: as áreas naturais e culturais protegidas por legislação específica como as Áreas de Proteção Ambiental (APA) municipais; as Áreas de Preservação Permanente (APP) definidas na legislação federal; os Fragmentos Florestais; as faixas marginais de proteção das Lagoas e Canais; e as áreas de interesse ambiental, na qual se incluem os ambientes representativos da paisagem natural de Campos dos Goytacazes, como o Rio Paraíba do Sul.

O PDCG conta, ainda, com os Instrumentos da Política Ambiental Urbana, os Instrumentos Complementares do Desenvolvimento Urbano e o Sistema de Planejamento e Gestão Urbana Territorial para efetivar o que propõe no que tange à proteção e recuperação dos recursos hídricos, como mostra a figura 04 a seguir.

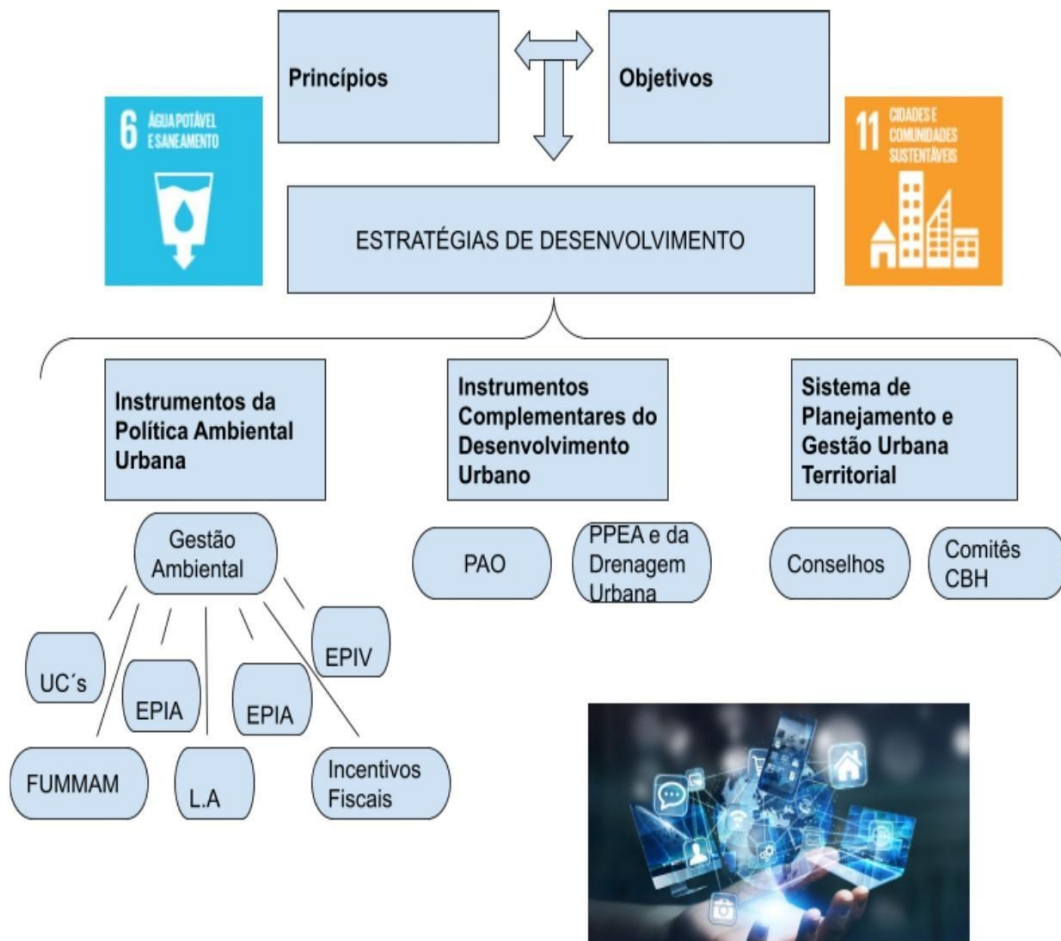


Figura 05: Organograma sobre instrumentos do PDCG/20 relacionados ao recursos hídricos.

Fonte: As autoras, 2021

Dos Instrumentos básicos da Política Ambiental Urbana, elencados no art. 322 do PDCG, destacamos: o Estudo Prévio de Impacto Ambiental (EPIA); o Estudo Prévio de Impacto de Vizinhança (EPIV); o Licenciamento Ambiental; a Instituição de Unidades de Conservação (UCs) e o Mapeamento e proteção das Áreas de Preservação Permanente (APPs), que são fundamentais para que haja a proteção, preservação e manutenção dos corpos hídricos, em quantidade e qualidade disponível. Outro instrumento é o fortalecimento do Fundo Municipal de Meio Ambiente - FUMMAM, órgão responsável em dar o suporte financeiro a programas e projetos relativos à restauração e proteção dos ecossistemas nativos, transformados ou antrópicos, à recuperação de áreas degradadas ou vinculadas a projetos de revitalização urbana e à implementação de programas de interesse público. Estes instrumentos obedecem às disposições do Código Florestal, Lei nº

12.651/2012 e da Lei Estadual nº 650/1983, que define as políticas de defesa e proteção dos recursos hídricos.

Ressalta-se as Áreas de Especial Interesse que, segundo o art. 230 do PDCG, se referem a determinadas modalidades de apropriação do território municipal que, por suas características peculiares e singularidade de caráter social, etnográfico, urbanístico, ambiental, paisagístico, histórico ou cultural, exijam a sua devida identificação, caracterização e o estabelecimento de diretrizes de planejamento e gestão localizadas e ajustadas às suas especificidades. Com relação às Áreas de Especial Interesse Ambiental e Valorização Paisagística (AEIAP), elas compreendem as Áreas de Especial Interesse Ambiental e as Áreas de Especial Interesse de Recuperação e Valorização Paisagística.

As Áreas de Especial Interesse Ambiental, de acordo com o art. 237 do PDCG, abrangem:

- I- As Unidades de Conservação Ambiental existentes ou a serem criadas;
- II - Os rios, suas APP's e faixas marginais de proteção;
- III. As Lagoas e seu Plano de Alinhamento de Orla - PAO;
- IV. As lagoas e áreas de brejos e suas faixas marginais de proteção;
- V. As bacias de acumulação que integram o sistema de macrodrenagem da cidade;
- VI. Os remanescentes florestais;
- VII. Os canais e suas faixas não-edificáveis.

Estas, como explicado no art. 236 do PDCG, correspondem a áreas naturais que, por suas características ou por apresentarem fragilidade pela ação antrópica, devem ser protegidas para garantir a preservação da biodiversidade, devendo ter seus recursos manejados de forma adequada, em consonância com os princípios do desenvolvimento sustentável.

Já a finalidade das Áreas de Especial Interesse de Recuperação e Valorização Paisagística é, como esclarecido no art. 239 do PDCG, tanto a recuperação dos recursos naturais adjacentes às unidades de conservação, quanto a recuperação e valorização de áreas com reconhecida qualidade ambiental e paisagística para utilização como espaços de lazer. Entre elas, o PDCG menciona, no art. 240, a lagoa do Vigário, a lagoa do Taquaruçu e seu entorno; a orla do rio Paraíba do Sul e as faixas de terras adjacentes; equipamentos públicos dotados de áreas verdes, como parques, praças, bosques e hortos existentes ou a serem criados; as áreas verdes localizadas em imóveis particulares, cuja preservação por parte de seus proprietários serão objetos de medidas compensatórias; e a orla litorânea do Farol de São Tomé.

Cabe ressaltar, que o PAO visa a proteção das lagoas, a FNA preservar a integridade e função da rede de canais e a FMP, objetiva demarcar ao longo de margens de lagoas e rios essas faixas, regulamentando seu uso, sendo imprescindíveis para a qualidade dos recursos hídricos devido às suas funções e poder de proteção aos corpos d'água. As instituições das Unidades de conservação(UC's), Áreas de Preservação Ambiental (APA'S) e as Áreas de Preservação Permanente(APP'S) auxiliam no estabelecimento de normas de uso e ocupação do solo, não permitindo construção ao entorno dessas áreas e preservando-as como fonte para o proveito também das futuras gerações.

O Plano de Proteção dos Espelhos e dos Cursos d'Água e da Drenagem Urbana, instrumento complementar do desenvolvimento urbano (arts 390 a 395 do PDGG), tem por objetivo definir as faixas marginais das lagoas, dos rios e dos canais e adequar o uso e a ocupação das áreas urbanas de baixada sujeitas à inundações, através, por exemplo, da definição das faixas non aedificandi (FNA); da demarcação do Plano de Alinhamento de Orla (PAO) das lagoas; de programas ambientais visando a manutenção ou recuperação da vegetação de proteção das margens dos espelhos e dos cursos d'água e de revisão e alteração das normas de uso e ocupação do solo referente às faixas marginais de proteção (FMP) dos cursos d'água.

Por sua vez, o Sistema de Planejamento e Gestão Urbana Territorial, segundo o art. 406 do PDCG, é o conjunto de instituições, normas e meios que organizam institucionalmente as ações voltadas para o desenvolvimento territorial de Campos dos Goytacazes e integram as políticas, os programas e os projetos setoriais afins, em conformidade com a estratégia de gestão democrática do Plano Diretor e do Plano de Mobilidade Sustentável. Através de articulação, juntamente com os Conselhos Municipais, como o Conselho Municipal de Meio Ambiente e Saneamento, e com o apoio do CBHBPSI, o intuito é promover a integração, monitorar e controlar os instrumentos, programas e projetos previstos. Tanto é assim que o art.19, incisos II do PDCG, ao dispor sobre a implementação do gerenciamento da dimensão ambiental e do desenvolvimento sustentável, contempla, como uma de suas ações prioritárias, a promoção da gestão integrada de recursos hídricos, incentivando e apoiando os Comitês de Bacias e participando de Consórcios Intermunicipais de Recursos Hídricos.

Portanto, torna-se evidente, a importância do PD como instrumento de planejamento municipal para gestão ambiental dos recursos hídricos em Campos dos Goytacazes, haja vista seu potencial de aprimorar a gestão ambiental-urbana considerando o SEL, com a territorialização dos ODS da Agenda 2030, bem como a efetivação das diretrizes e dos instrumentos da PNRH e do Estatuto da Cidade.

Considerações finais

Esse trabalho buscou evidenciar o importante papel que os recursos hídricos possuem, se configurando como elementos norteadores do desenho da cidade e relevantes na paisagem urbana.

Nota-se que o processo de urbanização da cidade de Campos dos Goytacazes não conciliou a expansão da mancha urbana com o SEL, nem com o atendimento a demandas cotidianas, como o lazer e a própria conservação dos recursos hídricos existentes. Esse processo de urbanização “mal planejado” gerou alguns problemas urbanos, tais como ocupação de baixa renda em áreas de risco relacionadas aos recursos hídricos, como as APPs.

Pode-se perceber que, apesar da cidade apresentar problemas hídricos, principalmente relacionados ao esgotamento sanitário, à gestão dos resíduos sólidos e às ocupações em APPs, a mesma possui um significativo potencial hídrico, possuindo em sua região urbana importantes rios, canais e lagoas, que deveriam ser melhor aproveitados e integrados ao SEL da cidade, de forma a contribuir para a preservação dos recursos hídricos e a valorização do patrimônio natural e histórico-cultural, sendo ainda opção de lazer para a população.

Conclui-se que, apesar de faltarem políticas efetivas que concretizem o planejamento e a gestão democrática e participativa previstos na lei, o PDCG, a respeito dos recursos hídricos, apresenta diversas ações e instrumentos, sendo fundamental na gestão ambiental urbana, seja para implementação dos ODS, seja para potencializar o SEL, considerando o valor das águas.

Referências

- ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico; 2021. Comitês de Bacia Hidrográfica. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/gestao-da-agua/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos/comites-de-bacia-hidrografica-antigo>>. Acesso em: 08 de abr de 2021.
- Agenda 2030 - Plataforma agenda 2030. Disponível em: <<http://www.agenda2030.org.br/>>. Acesso em: 31 de mai de 2021.
- ALIPRANDI, D. C.; 2017. O sistema de espaços livres da cidade de Campos dos Goytacazes/RJ: Carências e Potencialidades. Tese (Doutorado em Arquitetura) – UFRJ, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura. Rio de Janeiro: UFRJ / FAU.
- ALMEIDA, U. G. et al; 2015 Os espaços livres de Campos: a paisagem e o Plano Diretor Municipal. X Colóquio QUAPÁ-SEL.
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 02 out. 20.

CAMPOS DOS GOYTACAZES. Lei nº 15, de 7 de janeiro de 2020. Institui o novo Plano Diretor do município de Campos dos Goytacazes e dá outras providências. Campos dos Goytacazes: Câmara Municipal de Campos dos Goytacazes, 2020. Disponível em: <https://www.campos.rj.gov.br/plano-diretor.php>. Acesso 4 set. 2020.

CBHBPSI – Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana; 2021. O comitê. Disponível em: < <https://www.cbhbaixoparaiba.org.br/ocomite.php>>. Acesso em: 08 de abr de 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2021. Cidades: Campos dos Goytacazes. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/campos-dos-goytacazes/panorama>>. Acesso em: 18 de mai de 2021.

INEA - Instituto Estadual do Ambiente; 2021. Região Hidrográfica Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana. Disponível em: < <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/GESTAODEAGUAS/InstrumentosdeGestodeRechid/PlanodeRecursosHidricos/BaixoParaibadoSulAgendaAzul/index.htm&lang=PT-BR>>. Acesso em: 25 de mai de 2021.

PEIXOTO, G.; 2007 Prefácio. In: TÂNGARI, V. R. et al (Org.). Águas urbanas: uma contribuição para a regeneração ambiental como campo disciplinar integrado. 1ed. Rio de Janeiro.

QUEIROGA, E. F.; SAKATA, F. G.; 2020. A rede de pesquisadores reunidos por Silvio Macedo sob o Lab QUAPÁ e os estudos de sistemas de espaços livres e formas urbanas no Brasil. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, 12, e20190264.

SOFFIATI, A. O Núcleo de Campos dos Goytacazes/RJ e a drenagem urbana. Boletim Petróleo, Royalties e Região, Ano XVI, nº 63, 2019.

TERCEIRA VIA; 2018. Recuperação Econômica de Campos dos Goytacazes será tema de palestra na OAB. Disponível em: < <https://www.jornalterceiravia.com.br/2018/06/13/recuperacao-economica-de-campos-dos-goytacazes-sera-tema-de-palestra-na-oab/>>. Acesso em: 29 de mai de 2021.

TUCCI, C. E. M.; 2008. Águas urbanas. Estud. av., São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97-112.

PLANO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS E O DELINEAMENTO DE INFRAESTRUTURAS VERDES

| ID 18819 |

1Laura Amorim Pereira, 2Mariana Rodrigues Ribeiro dos Santos,

¹UNICAMP, *laura.amorim.p@hotmail.com*; ²UNICAMP, e-mail: *mariana@fec.unicamp.br*

Palavras-chave: Gestão de recursos hídricos; instrumentos de planejamento ambiental; resiliência urbana.

Resumo

É amplamente conhecido que a urbanização e conversão do uso da terra causam degradação ao meio ambiente e que planejar novos desenvolvimentos, bem como, o uso dos recursos naturais disponíveis de forma sustentável é imprescindível, com destaque para a gestão dos recursos hídricos. Simultaneamente, tem aumentado o debate sobre o uso de infraestruturas verdes como promotora de resiliência urbana, oferecendo serviços ecossistêmicos e ampliando a adaptação às mudanças climáticas. A partir dessa perspectiva, o presente trabalho busca analisar e identificar possíveis relações entre os princípios fundamentais da infraestrutura verde e os aspectos regulamentares da gestão de recursos hídricos, com a finalidade de detectar as possibilidades de delineamento de infraestruturas verdes a partir de diretrizes relativas aos recursos hídricos. Para isso, foi realizada revisão bibliográfica em publicações e regulamentações aplicáveis à temática, para formação do referencial teórico. Posteriormente, foi realizada uma análise documental e identificação dos elementos mencionados, tendo como objetos de estudo a Política Estadual de Recursos Hídricos do estado de São Paulo e o plano de bacia da Bacia Hidrográfica PCJ. Foi observada, de forma indireta, a presença dos princípios elencados pela literatura, bem como, apresentados elementos identificados na literatura, com potencial de serem considerados na elaboração do planejamento e gestão de bacias, de modo a contribuir para o delineamento de infraestruturas verdes junto aos instrumentos de planejamento.

Introdução

A água sempre foi um recurso essencial para a vida, mas com os avanços tecnológicos, os impactos da urbanização e o crescimento populacional vertiginoso, seu gerenciamento sustentável e

integrado tornou-se um desafio e uma necessidade, tanto para o desenvolvimento social quanto econômico. Isto se reforça após anos de descaso com o uso dos recursos naturais que acarretaram mudanças climáticas bruscas, as quais causam problemas recorrentes nas cidades, como demonstra o relatório desenvolvido pelo Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas de 2016, sobre os efeitos das mudanças climáticas nas cidades.

Simultaneamente, alternativas para amenizar as perturbações ambientais geradas pelos seres humanos vêm sendo impulsionadas, estudadas, e envolvem debates e pesquisas globais pautadas na promoção da resiliência urbana e planejamento focado na sustentabilidade, estando entre estas oportunidades, a utilização de infraestruturas verdes (RANJHA, 2016). Infraestrutura verde corresponde a uma rede interconectada composta por diferentes elementos, naturais ou construídos, que, diferente de infraestruturas cinza monofuncionais, cumpre múltiplas funções, inclusive, o provimento de serviços ecossistêmicos (BENEDICT; McMAHON, 2006).

Uma das faces do prisma que compõem a infraestrutura verde é a integração e boa gestão relacionada aos recursos hídricos. Por outro lado, a partir da Declaração de Dublin, proposta em uma reunião anterior à Rio 92, chegou-se ao consenso de que, para uma gestão eficiente dos recursos hídricos, é preciso conectar e analisar os fatores físicos, sociais e econômicos considerando o recorte territorial da bacia hidrográfica (PADILLA et al., 2013). A bacia corresponde a uma região superficial terrestre que, devido a sua topografia, drena a água da precipitação para um rio principal, seus afluentes e subafluentes. Além disso, nas bordas dessas regiões, estão os divisores de águas das várias bacias, nos locais mais elevados do relevo.

No contexto brasileiro, um marco na gestão de recursos hídricos, foi a promulgação da Lei n. 9.433 de 1997, que estabeleceu uma nova forma de administração e organização dos recursos hídricos, modificando o sistema de gestão e consolidando a divisão do território por bacias hidrográficas. Porém, ainda existe certa dificuldade em utilizar essa delimitação geográfica, uma vez que os recursos hídricos demandam uma gestão compartilhada entre a administração pública, União e estados, instituições ligadas à atividade agrícola, órgãos de saneamento, de gestão ambiental, entre outros, e cada um desses setores possui uma divisão territorial administrativa própria, diferente da bacia hidrográfica (PORTO; PORTO, 2008).

Compreende-se aqui que a análise e estudo das bacias hidrográficas é imprescindível para o planejamento e gerenciamento mais consciente dos recursos hídricos, entendido aqui, como oportunidade para um bom delineamento de uma grande rede de infraestrutura verde, influenciando na criação de projetos sustentáveis para beneficiar tanto a sociedade quanto o meio ambiente, de forma harmônica e conectada, promovendo, inclusive, uma maior resiliência e capacidade de adaptação às mudanças atuais em diferentes escalas.

Com base nas considerações apresentadas, a presente pesquisa buscou identificar diretrizes, critérios e elementos normativos relativos à gestão de recursos hídricos, que tenham potencial de auxiliar ou mesmo interferir no delineamento de infraestruturas verdes.

Material e Métodos

Segundo a categorização de Gil (2008) e as colocações feitas por Silva e Menezes (2005), pode-se classificar a pesquisa realizada como exploratória de caráter qualitativo, uma vez que a pesquisadora realizou interpretações em relação a cada fenômeno e os dados coletados não são expressos em números.

Foi realizada revisão bibliográfica, envolvendo pesquisa e leitura de artigos publicados em revistas científicas, dissertações, teses e legislação pertinente, com a finalidade de aprofundar o conhecimento acerca dos temas planejamento e gestão de recursos hídricos, bem como, sobre os conceitos de infraestrutura verde, seus princípios fundamentais e elementos que a compõem.

A partir do referencial teórico, foram destacados os princípios fundamentais da infraestrutura verde, elencados por Benedict e McMahon (2002; 2006). Posteriormente, foi realizada uma análise documental considerando a Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo e o Plano de Bacias do PCJ 2010-2020, buscando identificar a presença dos princípios fundamentais de infraestrutura verde presentes em cada um destes documentos, bem como, identificar critérios ou diretrizes possivelmente contidos nestes documentos, que possuam potencial para auxiliar no delineamento de infraestruturas verdes.

A opção por analisar a Política Estadual de Recursos Hídricos, referente ao estado de São Paulo, se deu em decorrência da opção por analisar o Plano de Bacia das bacias PCJ, referência nacional na organização institucional e atuação na gestão de recursos hídricos, majoritariamente contidas neste estado. Vale destacar que o Plano de Bacias analisado não contempla sua versão atual (2020-2035), publicada em agosto de 2020, pois a análise documental realizada ocorreu no período entre agosto de 2019 e julho de 2020.

Em breve contextualização, as bacias do PCJ, composta pelos rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí, abrange áreas de 76 municípios e abastece regiões importantes como a região metropolitana de Campinas-SP. Em 2000, apresentava uma capacidade de 33 m³/s, uma disponibilidade hídrica de 497,46 m³/hab.ano (IBGE, 2000), mas já havia na época, uma previsão de redução na disponibilidade hídrica para 347,2 m³/hab. ano para o ano de 2010, segundo o próprio o IBGE. Vale mencionar que o ICRH (Índice de Criticidade de Recursos Hídricos) de 1992, já indicava limite na disponibilidade de

recursos hídricos das bacias, acendendo um sinal de alerta para futuras crises hídricas (FALKENMARK, 1992), as quais de fato ocorreram e estão prestes a ocorrer novamente.

Resultados e Discussão

Revisão bibliográfica

A partir de janeiro de 1992, na Conferência Mundial Das Nações Unidas Sobre Água e Meio Ambiente realizada em Dublin, Escócia, foram instituídos quatro princípios essenciais para a gestão de recursos hídricos, sendo eles:

- Princípio nº 1 - A água doce é um recurso finito e vulnerável, essencial para sustentar a vida, o desenvolvimento e o meio ambiente.
- Princípio Nº 2 - Gerenciamento e desenvolvimento da água deverão ser baseados numa abordagem participativa, envolvendo usuários, planejadores e legisladores em todos os níveis.
- Princípio Nº 3 - As mulheres têm papel principal na provisão, gerenciamento e proteção da água.
- Princípio Nº 4 - A água tem valor econômico em todos os usos competitivos e deve ser reconhecida como um bem econômico.

No contexto destes princípios, é vital reconhecer inicialmente, o direito básico de todos os seres humanos de acesso ao abastecimento e saneamento a custos razoáveis. A opção, no passado, por não reconhecer o valor econômico da água, levou ao desperdício e usos deste recurso de forma destrutiva ao meio ambiente (DUBLIN, 1992). O gerenciamento da água como bem de valor econômico é um modo importante para atingir o uso eficiente e equitativo, e o incentivo à conservação e proteção dos recursos hídricos (HESPANHOL, 2008).

Especificamente no Brasil, no ano de 1997, foi instituída a Política Nacional De Recursos Hídricos, por meio da lei n.9.433, que estruturou a organização jurídico administrativa do Sistema Nacional de Recursos Hídricos, exigindo a elaboração dos Planos de Bacias Hidrográficas, para uma melhor gestão dos recursos hídricos de cada região. De maneira complementar, no ano 2000, a Lei n.9.984 criou a Agência Nacional de Águas (ANA), atual Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico e, a Resolução Conama n.16 de 8 de maio de 2001, estabeleceu critérios gerais para a outorga do direito de uso de recursos hídricos.

Dentre os critérios elencados, destaca-se aqui a cobrança pelo uso da água, que é um mecanismo útil para a conservação dos recursos hídricos, pois controla a demanda e reduz o volume

de efluentes que são descartados nos corpos hídricos, beneficiando assim o meio ambiente. Se tornou uma solução viável, passível de ser implementada no mundo todo, devido à crescente demanda por água e a limitação de recursos hídricos em várias regiões (MENDONÇA, BICAS, SARAFIEN, 2002). No entanto, essa medida não é suficiente para balancear a demanda e oferta de água no planeta, uma vez que, em locais com grande concentração populacional e perspectiva de crescimento, torna-se mais crítico esse desequilíbrio.

Em 2002, conforme dados da ANA (2002), o Brasil apresentava a disponibilidade de 33.944,73 m³/hab ao ano de água. Porém, em decorrência do crescimento industrial, que polui os recursos hídricos disponíveis e diminui a qualidade destes para o consumo, e do crescimento populacional que demanda um volume maior de água a ser consumida, as previsões apontavam que o valor de vazão por habitante disponível iria cair. Depois de alguns anos, essas previsões se confirmaram. Um exemplo disso foi a crise hídrica no estado de São Paulo, entre os anos de 2014 e 2016, quando houve uma brusca redução de oferta de água e uma intensa seca que geraram níveis preocupantes de escassez, como poucas vezes visto na história do estado.

Para resolver essa questão de redução de quantidade e qualidade dos recursos hídricos disponíveis para uso, o Brasil buscou uma solução que já era utilizada há mais de dois mil anos pelos romanos: a reversão de bacias, ou seja, importar água de locais distantes para atender o aumento de demanda. Porém, esse recurso é limitado devido a não expansão da infraestrutura de coleta, transporte, tratamento e descarte dos efluentes, aumentando assim a poluição nos corpos d'água e não resolvendo o problema totalmente.

É então preciso optar por um outro modelo para substituir o já existente, que transporta água de outras bacias, sendo insustentável e prejudicial para o meio ambiente. Esse novo sistema deve ser baseado na conservação e reuso de água, beneficiando assim aspectos ambientais, sociais e econômicos (HESPANHOL, 2008).

Ainda não há, no Brasil, diretrizes legais que orientem e regulamentem o reuso de água, porém, já em 1992, durante a Conferência Interparlamentar Sobre Desenvolvimento e Meio ambiente em Brasília, foi proposto que houvesse esforços, em nível nacional, para “institucionalizar a reciclagem e reuso sempre que possível e promover o tratamento e a disposição de esgotos, de maneira a não poluir o meio ambiente” (INTER-PARLIAMENTARY, 1992), visando a conservação e gestão de recursos para o desenvolvimento sustentável. Mas pouco foi feito em termos legais nesse setor e, somente em 2005, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos promulgou a Resolução n.54, a qual “estabelece as modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática do reuso direto não potável de água”, elaborando portarias específicas para o tema.

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos é a instância máxima da hierarquia do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Brasil, sendo um dos grandes responsáveis pela implementação da gestão dos recursos hídricos brasileiros. A reutilização dos recursos hídricos é uma das muitas oportunidades de gestão de recursos hídricos relacionadas ao conceito de infraestrutura verde, que consiste em intervenções de baixo impacto na paisagem e alto desempenho, com espaços multifuncionais e flexíveis, e que possam exercer diferentes funções ao longo do tempo – sendo ainda, adaptáveis a necessidades futuras (AHERN, 2009).

Segundo Benedict e McMahon (2006), infraestrutura verde corresponde a áreas naturais que se interconectam com outros espaços, beneficiando pessoas e o meio ambiente, conservando valores e funções dos ecossistemas. Neste sentido, os impactos de sua implementação seriam benéficos à sociedade, por gerar uma maior qualidade de vida para a população, e ao meio ambiente, devido, entre outros fatores, ao planejamento do uso da água, prevenção de enchentes e redução do uso de energia. Além disso, apresenta potencialidade de gerar ganhos à saúde e bem-estar humano, reduzindo o nível de poluição no ar, conjuntamente com a remoção e estocagem de carbono, gerando melhorias ecológicas, com o propósito de resiliência às adversidades climáticas, benfeitorias sociais e ganhos econômicos.

A infraestrutura verde pode ser implantada em experiências locais que sejam *safe-to-fail* (seguras-para-falhar)(AHERN, 2009), sendo monitoradas para possíveis correções ao longo do tempo. E devido às qualidades já citadas, tornou-se uma possível solução para uma maior capacidade de adaptação urbana, debatida e aplicada ao redor do mundo (MEEROW; NEWELL, 2017; RANJHA, 2016). Benedict e McMahon (2006) definem uma infraestrutura verde como “Composta por elementos conectados, como áreas alagadas e de recarga de aquífero, áreas de preservação, parques públicos e privados, cinturões verdes, hortas, jardins, ciclovias e vias arborizadas, e até mesmo telhados e paredes verdes, entre outras estruturas construídas.”

Para a efetividade da infraestrutura verde, devem ser aplicados princípios fundamentais da ecologia de paisagens em ambientes urbanos (AHERN, 2007; MOMM; TRAVASSOS, 2016), fortalecendo a sua estrutura em redes naturais, semi naturais e artificiais de ecossistemas, de maneira multifuncional e atuando em diferentes escalas espaciais (TZOULAS et al., 2007; MOMM & TRAVASSOS, 2016).

Alguns princípios fundamentais da infraestrutura verde foram elencados por Benedict e McMahon em 2002, e posteriormente complementados, revisados e reformulados em 2006 pelos autores. Esses princípios são:

1. A infraestrutura verde deve ser planejada e protegida antes do desenvolvimento: O ideal seria que o planejamento e a elaboração do projeto da infraestrutura verde fosse feito

antes do desenvolvimento urbano. Entretanto, nos locais onde esse desenvolvimento já aconteceu, é essencial que a infraestrutura verde seja instalada para proteção do ecossistema e melhor qualidade de vida para população local.

2. O contexto importa: É importante conhecer bem o local onde será implementada a infraestrutura verde, uma vez que elementos externos podem influenciar no funcionamento da infraestrutura verde.
3. Conectividade é a chave: A infraestrutura verde deve se embasar no princípio da conectividade, com a finalidade de formação de uma rede entre os espaços verdes que atuam como um conjunto, e não apenas elementos individuais independentes.
4. A infraestrutura verde pode e deve funcionar como uma rede para a conservação e o desenvolvimento: Para reduzir os efeitos destoantes que a expansão urbana causa, é preciso encontrar um equilíbrio entre a conservação do ecossistema e o desenvolvimento urbano.
5. A infraestrutura verde é um investimento público fundamental que deve ter prioridade de financiamento: É indispensável que os benefícios gerados pela infraestrutura verde sejam reconhecidos para permitir o financiamento desses projetos. Parte do orçamento público deve ser destinado para a implementação de infraestrutura verde, pois esse tipo de elemento pode substituir ou complementar a infraestrutura cinza existente, possibilitando, assim, destinar esses recursos para outros setores da sociedade.
6. A infraestrutura verde requer um comprometimento de longo prazo: Esse princípio discute a necessidade de conservação, preservação e manutenção da infraestrutura verde ao longo do tempo. É preciso manter o seu funcionamento próximo ao planejado no projeto, para que os seus benefícios à sociedade e ao meio ambiente sejam garantidos.
7. A infraestrutura verde respeita as necessidades e os desejos dos proprietários e das partes envolvidas, podendo ser implementada em várias escalas: particular, local, estadual, regional ou até nacional. Devemos lembrar que todos os seus elementos devem formar uma rede, e que é preciso haver um equilíbrio entre as partes envolvidas para o seu bom funcionamento. Por isso, durante o planejamento, execução e conservação da infraestrutura verde em todas as escalas, é preciso dialogar e analisar a situação de todos os envolvidos, afetados e beneficiados.
8. A infraestrutura verde implica a realização de atividades dentro e fora das comunidades: Para que a infraestrutura verde apresente êxito em sua implementação, é preciso manter relações entre as organizações públicas e privadas, a fim de assegurar a participação de todos os setores da população no projeto em todas as escalas.

9. A infraestrutura verde proporciona benefícios para a natureza e para as pessoas: Ao contrário da infraestrutura cinza, que possui apenas uma função vinculada, a infraestrutura verde apresenta diversas funções e benefícios para o meio ambiente, a conservação da biodiversidade e resiliência às mudanças climáticas, para a sociedade, para a drenagem da água e espaços verdes, enquanto que, para a economia, gera a valorização de imóveis e a criação de empregos.
10. A infraestrutura verde deve ser fundamentada em conhecimentos científicos e na teoria e práticas do planejamento do uso do solo: Esse princípio afirma que os projetos de infraestrutura verde devem relacionar e agregar experiências relevantes e conhecimento de profissionais de todas as áreas, a fim de conceber um projeto mais completo, abrangente e assertivo.

Potenciais aplicações de Infraestrutura Verde em relação aos recursos hídricos

Há um equilíbrio natural, dinâmico e estável entre a água e o solo, nomeado como balanço hídrico, mas as ações do homem alterando o uso e ocupação do solo podem interferir nesse equilíbrio e desestabilizá-lo. Devemos preservá-lo ao máximo e utilizar recursos como infraestrutura verde para manter esse equilíbrio (GUIMARÃES, 2018)

Um dos problemas que afetam diretamente a qualidade e preservação dos recursos hídricos é a erosão, uma característica que varia para cada tipo de solo. Para minimizar esse impacto, é necessário preservar a vegetação ao redor do corpo hídrico, a chamada de mata ciliar, normalmente representada por espécies arbóreas e arbustivas, que podem ser usadas como elementos de interligação entre áreas com diferentes floras e faunas, cumprindo a função de rede na infraestrutura verde (AHERN; PELLEGRINO; BECKER, 2012; BERLAND et al., 2017; DONG; GUO; ZENG, 2017).

Por sua vez, o aumento das taxas de escoamento superficial, decorrente de fatores climáticos relativos à intensidade da chuva, à duração da chuva e às chuvas antecedentes, e de fatores fisiográficos, como a área da bacia, sua forma, a permeabilidade do solo e a topografia (BERTOL, COGO; LIEVEN, 1989; SILVA et al., 2001; TUCCI, 2002), em conjunto com a redução do coeficiente de infiltração, decorrente da redução da cobertura vegetal que gera um maior escoamento superficial e uma menor infiltração no solo (BRUIJNZEEL, 1996), causam perdas no volume de recarga dos aquíferos de uma região e, conseqüentemente, agravam a frequência de cheias mais intensas, para chuvas de mesma intensidade e duração. Além disso, podem agravar o assoreamento nos cursos d'água e reduzir a qualidade das águas que transportam os sólidos em suspensão.

Pode-se sugerir que os elementos de infraestrutura verde ligadas aos recursos hídricos sejam aplicados às margens dos rios e córregos, que são elementos extremamente importantes para a

maioria dos sistemas de infraestrutura verde. Neste sentido, as redes de infraestrutura verde podem ser projetadas a partir do sistema misto de águas, hídrico e de drenagem, criando conexões das áreas verdes, a fim de manter e restabelecer as funções ecológicas. (BENEDICT; MCMAHON, 2006; AHERN, 2009).

Para benefício das bacias hidrográficas e uma melhor qualidade dos recursos hídricos é necessário preservar e recuperar áreas ribeirinhas e próximas aos rios e córregos, mangues, pântanos, áreas alagáveis e de recarga de aquíferos, pois isso resulta em uma melhor qualidade e quantidade da água, tornando o habitat para os organismos aquáticos mais receptivo e contribuindo para o funcionamento do ciclo hidrológico. Mas é preciso também projetar diques e barreiras para mitigação de inundações, e reforçar a resiliência a esses eventos extremos, especialmente das cidades próximas.

A infraestrutura verde pode ser implementada em várias escalas, como particular, local, estadual, regional (por bacia) e até mesmo nacional. Além disso, quando voltada para o gerenciamento de recursos hídricos, em especial, para o manejo de águas pluviais, realiza as funções fundamentais de Purificação, Detenção, Retenção, Condução e Infiltração, sendo que, de acordo com Singapore (2014, p. 31-32):

- Por meio dos processos de Purificação, águas pluviais são tratadas com associação de sedimentação, filtração e absorção biológica.
- O processo de Detenção ocorre por meio da infiltração através da vegetação, ou pelo aumento da permeabilidade da área e armazenamento temporário do excesso de água em instalações para diminuir o fluxo de escoamento pluvial e reduzir a sobrecarga do sistema de drenagem a jusante;
- A Retenção, por sua vez, envolve o armazenamento de água pluvial por um longo período, em cisternas, tanques ou lagoas, para ser usada posteriormente ou até que o sistema de drenagem possa receber uma nova vazão, aliviando assim a pressão no sistema de drenagem a jusante;
- A Condução se refere a como o escoamento superficial será realizado e direcionado em todo o seu trajeto, desde o início até o final, podendo fazer uso, por exemplo, de valas vegetadas ou biorretentoras;
- A Infiltração corresponde ao processo de absorção da água pluvial pelo solo e direcionamento desse fluxo ao lençol freático e aos aquíferos, proporcionando ainda, purificação.

Na microescala, os elementos de infraestrutura verde aplicáveis ao gerenciamento dos recursos hídricos podem ser: telhados verdes, cisternas individuais, jardins de chuva (locais rebaixados com vegetação que captam, limpam e infiltram a água captadas de telhados, pisos e vias), pavimentos permeáveis aplicados no sistema viário e nos passeios, e os alagados construídos (*constructed wetlands*). Em escalas mais abrangentes, podemos citar as ruas verdes (faixas gramadas e o plantio de inúmeras árvores), as áreas de preservação permanente, as hortas comunitárias, praças e parques públicos, chegando até a unidades de conservação de maiores dimensões, bem como, os corredores ecológicos.

De modo geral, os elementos de infraestrutura verde apresentam nítida relação com a gestão sustentável e efetiva dos recursos hídricos, e apresentam potencial para ser incluídas diretamente nos documentos de planejamento e gestão desta temática.

Análise de documentos

Para realizar a análise dos documentos, foram utilizados como base, os princípios fundamentais da infraestrutura verde, citados anteriormente. A partir deles, foi possível analisar se há diretrizes para delineamento de infraestrutura verde nos documentos analisados, ainda que de forma indireta, sendo considerada uma esfera mais estratégica até o plano de bacia em si, sendo: a Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, e o Plano de Bacias do PCJ.

Em cada um desses documentos, que norteiam a gestão de recursos hídricos em diferentes instâncias com reflexos nas bacias PCJ, foram analisados artigos, seções e trechos onde podem ser identificadas possíveis relações com os princípios fundamentais da infraestrutura verde.

A Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei Nº 7.663/1991) não aborda diretamente o tema da infraestrutura verde mas, ao analisar seu texto, pode-se destacar alguns pontos de sinergia, como no Artigo 3.º - V - “combate e prevenção das causas e dos efeitos adversos da poluição, das inundações, das estiagens, da erosão do solo e do assoreamento dos corpos d’água”, apresentando semelhanças com o princípio 6, o qual enfatiza que a infraestrutura verde requer um comprometimento de longo prazo, e um ato que demonstra esse comprometimento é a preservação dos elementos hídricos. Além disso, pode-se observar nesse trecho uma relação direta com o princípio 3, que aborda a conectividade.

Por sua vez, o Artigo 4.º - III, recomenda a “proteção das águas contra ações que possam comprometer o seu uso atual e futuro”, fazendo também alusão ao princípio 6, bem como, ao princípio 1, o qual enfatiza que a infraestrutura verde deve ser planejada e protegida antes do desenvolvimento, mas mesmo depois do desenvolvimento, essa proteção deve continuar. Ainda no Artigo 4.º - VI fala: “Desenvolvimento de programas permanentes de conservação e proteção das

águas subterrâneas contra poluição e superexploração” e 4 - VII, sobre “prevenção da erosão do solo nas áreas urbanas e rurais, com vistas à proteção contra a poluição física e o assoreamento dos corpos d’água.” Tais artigos podem se relacionar ao princípio 4, o qual cita que a infraestrutura verde pode e deve funcionar como uma rede para a conservação.

No Art.5º da Política Estadual de Recursos Hídricos, parágrafo 1.º, que fala: “Os programas de desenvolvimento serão formulados e vincular-se-ão ao uso múltiplo dos reservatórios ou ao desenvolvimento regional integrado ou à proteção ambiental”, compreende-se a concepção do princípio 1, o qual passa a ideia de que a infraestrutura verde deve se relacionar com o desenvolvimento de forma equilibrada. Complementarmente, no parágrafo 3.º, temos que “O Estado incentivará a formação de consórcios entre os municípios tendo em vista a realização de programas de desenvolvimento e de proteção ambiental, de âmbito regional.”, onde se identifica a ideia de equilíbrio entre conservação e desenvolvimento que o princípio 4 passa.

O Art. 7.º, em I “instituição de áreas de proteção e conservação das águas utilizáveis para abastecimento das populações”, II “implantação, conservação e recuperação das áreas de proteção permanente e obrigatória.”, III “zoneamento das áreas inundáveis, com restrições a usos incompatíveis nas áreas sujeitas à inundações frequentes e manutenção da capacidade de infiltração do solo”, VI “combate e prevenção das inundações e da erosão” e VII “tratamento de águas residuais, em especial dos esgotos urbanos”, bem como, o Art.8.º em: II “o controle de cheias, a prevenção de inundações, a drenagem e a correta utilização das várzeas.” e III “a proteção de flora e fauna aquáticas e do meio ambiente”, desenvolvem a ideia contida no princípio 2, onde se entende que o contexto importa, ou seja é importante cuidar do ambiente como um todo ao redor da infraestrutura verde.

Analisando, por fim, o Plano de Bacias do PCJ 2010-2020, neste também não há uma menção direta ao termo infraestrutura verde, porém a partir da página 175, há uma análise da vegetação remanescente na região que contempla a bacia do PCJ e, a partir da página 290, é explicitado o funcionamento do Programa de Recuperação de Matas Ciliares (PRMC) do Estado de São Paulo, atendendo ao que prega o princípio 1. Estes trechos relacionam-se ainda com o princípio 2, o qual afirma que o contexto importa, ou seja, a vegetação no entorno da bacia influencia no todo, assim como com o princípio 3, o qual assegura que a conectividade é a chave.

São abordados os Mananciais de Interesse Regional, com o intuito de contribuir para aumentar a proteção e recuperação dos mananciais da bacia, bem como, o Programa de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Campinas. Conectar as duas ações pode-se relacionar com o princípio 4, o qual reconhece que a infraestrutura verde pode e deve funcionar como uma rede para a conservação e o desenvolvimento, sempre visando um equilíbrio.

Segundo o princípio 5, a infraestrutura verde é um investimento público fundamental que deve ter prioridade de financiamento e, no Plano, encontra-se a Estimativa dos recursos financeiros potencialmente disponíveis e assegurados para investimento, bem como, estão expostos os programas de ações e investimentos a curto, médio e longo prazo na bacia do PCJ. Como o princípio 6 afirma que a infraestrutura verde requer um comprometimento de longo prazo, portanto, parte desses recursos deveriam ser destinados para o planejamento, implantação e conservação de infraestrutura verde, a fim de proporcionar benefícios para a natureza e para as pessoas.

Considerações Finais

O presente trabalho destacou uma série de conceitos, critérios e elementos de infraestrutura verde aplicáveis ao gerenciamento de recursos hídricos de maneira a fazê-lo de modo sustentável, sendo implementáveis em diferentes escalas (municipal, regional, estadual e mesmo na escala privada), com clara possibilidade de ser incorporados em documentos estratégicos, como políticas e planos do setor.

A partir da análise realizada nos documentos mencionados, pode-se verificar que ambos abordam, em algum ponto, os princípios fundamentais relativos ao delineamento e implementação de infraestruturas verdes.

Neste sentido, tanto a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Plano de Bacias do PCJ, apresentam o potencial de serem utilizados como norteadores do delineamento de infraestruturas verdes, com a finalidade de promover sustentabilidade e resiliência urbana, ainda que este não seja ainda um objetivo ou mesmo tema abordado diretamente em seus textos.

A necessidade cada vez mais urgente e evidente de mudança nos paradigmas de planejamento, tanto territorial como setorial, com destaque para o planejamento e gestão de recursos hídricos, bem como, a utilização de soluções baseadas em aspectos naturais de modo complementar às soluções de projeto e gestão tradicionais, tem plena possibilidade de ser colocada em prática no contexto brasileiro, especialmente considerando a oportunidade de sua inclusão em políticas, planos e programas de modo prévio ao desenvolvimento de projetos pontuais.

Agradecimentos

As autoras agradecem ao Serviço de Apoio ao Estudante (SAE) da Universidade Estadual de Campinas e à FAPESP, Processo nº 2018/03140-1, pelo apoio financeiro recebido.

Referências Bibliográficas

- AHERN, J.; 2007. Green Infrastructure for Cities: The Spatial Dimension. In: Cities of the Future – Towards Integrated Sustainable Water Landscape Management, (orgs.) Novotny, V. e Brown, P. IWA Publishing, London, pp. 267-283.
- AHERN, J.; 2009. Sustainability, Urbanism and Resilience. Palestra na Primeira Conferência de Humanidades e Indústria Criativa, Universidade de Tecnologia Nacional Chyn-Yi, Taichung, Taiwan, pp. 4-22.
- AHERN, J; PELLEGRINO, P; BECKER, N.; 2012. Infraestrutura verde, desempenho, estética, custos e método. In: COSTA L.M.S.A.; MACHADO, D.B.P. (org.). Conectividade e resiliência: estratégias de projeto para a metrópole. Rio de Janeiro. Rio Books: PROURB.
- BENDICT, M. A., McMAHON, E. T.; 2002. Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21 Century. Washington, DC : Island Press.
- BENDICT, M. A., McMAHON, E. T.; 2006. Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities. Washington, DC : Island Press.
- BERLAND, A. et al.2017. The role of trees in urban stormwater management. Landscape and Urban Planning, 162, 167–177. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.02.017>>
- BERTOL, I.; COGO, N.P.; LIEVEN, T. 1989. Cobertura morta e métodos de preparo do solo na erosão hídrica e solo com crosta superficial. Revista Brasileira Ciência do Solo, v. 13, p.373-379.
- BRASIL. 2005. Plano Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em:<http://www.participa.br/recursos_hidricos/pnrh/o-plano-nacional-de-recursos-hidricos> Acesso em: Jun. 2020.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. 2006. Bacias Hidrográficas. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/agua/bacias-hidrograficas.html>> Acesso em: Abr. 2020.
- BRUIJNZEEL, L.A. 1996. Predicting the hydrological impacts of tropical Forest conversion: The need for integrated research. Capítulo 2 de “Amazonian Deforestation and Climate” Eds: Gash J H C, Nobre C A, Roberts J M e Victoria R L John Wiley & Co:Chichester, Inglaterra.
- CAVALCANTE, N. M. C.; 2006. Análise Comparativa da Implantação da Cobrança de Água Bruta: Ceará e Bacia do Paraíba do Sul. Dissertação apresentada e aprovada para obtenção do título de Mestre, no Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará.
- CONSÓRCIO PCJ. 2010. Relatório Final. Plano de bacias Hidrográficas do PCJ. Disponível em: <http://www.agenciapcj.org.br/docs/plano-bacias-2010-2020/PCJ_PB-2010-2020_RelatorioFinal.pdf> Acesso em: Jun. 2020
- DONG, X.; GUO, H.; ZENG, S.; 2017. Enhancing future resilience in urban drainage system: Green versus grey infrastructure. Water Research, V. 124, pp. 280-289. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.07.038>>

DUBLIN. 1992. A Declaração de Dublin sobre Água e Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <http://www.abcmac.org.br/files/downloads/declaracao_de_dublin_sobre_agua_e_desenvolvimento_sustentavel.pdf> Acesso em: Mai. 2021.

FALKENMARK, M.1992. Water scarcity generates environmental stress and potential conflicts. Lewis Publishers.

GIL, A. C. 2008. Como elaborar projetos de pesquisa. 4a. Ed. São Paulo: Atlas.

GUIMARÃES, T. M. H.; 2018. Interferência do uso e ocupação do solo na qualidade da água em bacia hidrográfica com disponibilidade hídrica crítica. Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/21598/3/InterferenciaUsoOcupacao.pdf>>. Acesso em: Abr. 2020

HERZOG, C. P. 2009. Guaratiba Verde: subsídios para o projeto de infraestrutura verde em área de expansão urbana na cidade do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Urbanismo/PROURB, Rio de Janeiro.

HERZOG, C. P., ROSA, L. Z. 2010. Infraestrutura Verde: Sustentabilidade e resiliência para paisagem urbana. Revista LABVERDE, São Paulo, n. 1, p. 92-115, set.2 010.

HESPANHOL, I.; 2008. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. Estudos Avançados, v. 22, n. 63, 2008. doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200009>

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Atlas de Saneamento, 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/população/atlas_saneamento>

INTER-PARLIAMENTARY. 1992. Conference on Environment and Development. Final Document. Brasília, DF: Brazilian National Congress.

MEEROW, S.; NEWELL, J.P.; 2017. Spatial planning for multifunctional green infrastructure: growing resilience in Detroit. Landscape and Urban Planning, v. 159, pp. 62-75.

MENDONÇA, A.; BICAS, A.; SARAFIEN, R. 2002. A Cobrança pelo uso da água no estado de São Paulo. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/wp-content/uploads/sites/30/2016/06/Alexandre_Mendonca.pdf> Acesso em: Abr. 2020.

MOMM, S.; TRAVASSOS, L. 2016. Caminhos da sustentabilidade urbana: conceitos, técnicas e abordagens na interface entre recursos hídricos e planejamento territorial. In: Planejamento e gestão territorial: hidrografia e sustentabilidade. LADWIG, N. I.; SCHWALM, H. (orgs.). Florianópolis: Insular. Disponível em: <http://docs.wixstatic.com/ugd/c54848_13b61481f8ff4e38b10a936a4b926ee6.pdf>

PADILLA, J. H. R.; RINCÓN, M.A.P.; MALHEIROS, T. F.; PARRA, C. A. M.; PROTA, M. G.; SANTOS, R. 2013. Análisis comparativo de modelos e instrumentos de gestión integrada del recurso hídrico en Suramérica: los casos de Brasil y Colombia. Revista Ambiente & Água, v.8, n.1, p.73-97.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. 2008. DOSSIÊ ÁGUA: Gestão de bacias hidrográficas. Estudos Avançados, V.22, N. 63. 2008. doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200004>

RANJHA, S.; 2016. Green infrastructure: planning for sustainable and resilient urban environment. Brief for Global Sustainable Development Report. Disponível em:

<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/95599_Ranjha_Green%20infrastructure_planning%20for%20sustainable%20and%20resilient%20urban%20environment.pdf> Acesso em: Abr. 2020.

RIBEIRO, K. S, SANTOS, S. A.; 2017. Mudanças Climáticas e Cidades: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. UFRJ. Disponível em: <http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/Relatorio_UM_v9_sumario-2017-1.pdf>. Acesso em: Abr. 2020

SÃO PAULO. 2005. Política Estadual de Recursos Hídricos. Disponível em <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1991/compilacao-lei-7663-30.12.1991.html>> Acesso em: Jun. 2020.

SILVA, D.D.; PAIVA, K. W. N.; PRUSKI, F. F.; SCHAEFFER, C. E. G. R.; AMORIM, R. S. S. 2001. Escoamento superficial para diferentes intensidades de chuva e porcentagens de cobertura num Podzólico Vermelho Amarelo com preparo e cultivo em contornos. Engenharia Agrícola, v. 21, n.1, p. 12-22.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. 2005. Metodologia da pesquisa e elaboração da dissertação. 4a ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC.

SINGAPORE. Singapore's National Water Agency. 2014. Active Beautiful Clean Waters. Design Guidelines. 3rd. Edition. Singapore: Public Utilities Board – PUB.

TUCCI, C.E.M. 2002. Impactos da variabilidade climática e do uso do solo nos recursos hídricos. Agência Nacional de Águas: Câmara Temática sobre Recursos Hídricos -Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas.150 p.

TZOULAS, C. et al.; 2007. Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. Landscape and Urban Planning. 81 pp.167–178. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.02.001>>

VASCONCELLOS, A. 2015. Infraestrutura Verde: Aplicada ao Planejamento da Ocupação Urbana. Curitiba, Appris.

AGRICULTURA URBANA E PERIURBANA NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO – ESTUDO DE CASO SOBRE AS LEGISLAÇÕES PERTINENTES

| ID 18828 |

1Luísa Lima Leal, 2Ana Paula Dias Turetta, 3Claudio Lucas Capeche, 4Luiz Felipe Guanaes
1 Mestranda no Mestrado Profissional em Engenharia Urbana e Ambiental, Pontifícia Universidade Católica – Rio de Janeiro, e-mail: luisa.lima.leal@gmail.com; 2 Pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Solos e Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Políticas Públicas – PPGDT/UFRRJ, e-mail: ana.turetta@embrapa.br; 3 Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Solos, e-mail: claudio.capeche@embrapa.br; 4 Doutor em Recursos Naturais, Pontifícia Universidade Católica – Rio de Janeiro Diretor do NIMA - Núcleo Interdisciplinar de Meio Ambiente da PUC-RIO, e-mail:luizfelipeguanaes@gmail.com

Palavras-chave: Planejamento urbano; Sustentabilidade; Adaptação das cidades.

Resumo

As cidades sofrem com processos de urbanização crescente ao longo dos anos. À medida em que a população urbana cresce, aumenta-se a necessidade de utilização dos recursos naturais e, com isso, intensificam-se os desafios econômicos sociais e ambientais. Um planejamento urbano consciente, com foco na sustentabilidade das cidades e que busque o aproveitamento dos espaços ociosos, é necessário e vem ganhando espaço nas estratégias para minimizar os impactos negativos do crescimento urbano na população e no meio ambiente. Assim, surgiram estratégias de planejamento sustentável e aproveitamento dos espaços ociosos da cidade como, por exemplo, a prática da agricultura urbana e periurbana (AUP). No Brasil, a prática da agricultura urbana ainda se faz pouco presente, em comparação ao tamanho do território, com iniciativas concentradas em São Paulo, Minas Gerais, Brasília, Distrito Federal, Goiás e Ceará. Destaque pode ser dado, também, às regiões de Porto Alegre, Paraná e Rio de Janeiro. A atividade agrícola no município do Rio de Janeiro já foi bastante presente, no entanto, apesar da diminuição do foco na produção nessas áreas, ainda existem produtores urbanos e periurbanos, que lutam para manter a prática. Por isso, foi realizado um levantamento referente à legislação em vigor, tendo em vista caracterizar o arcabouço legal, relacionado às práticas agrícolas urbanas e conservação ambiental a nível municipal, estadual e federal. O estudo gerou uma análise descritiva que considerou o enquadramento jurídico da AUP no

arcabouço em questão. Posteriormente, foi avaliado o enquadramento da AUP especificamente às políticas de desenvolvimento social e para a atividade agrícola. No Brasil, a política de regulamentação agrícola está intimamente voltada para o meio rural, tendo como ponto de partida a Constituição Federal de 88, sendo citada em diversas políticas como a de Conservação do Solo, Água e da Vegetação Nativa, Política Nacional do Meio Ambiente, do Novo Código Florestal, da Política Nacional de Recursos Hídricos, Estatuto da Terra, entre outros. A agricultura urbana, apesar de não estar expressamente descrita em uma legislação própria, pode ser enquadrada em planos de desenvolvimento, estratégias sustentáveis e de auxílio à segurança alimentar. Além disso, há expectativas em relação à produção e aquisição de alimentos saudáveis ofertados, em detrimento ao desenvolvimento da atividade nas áreas urbanas, para população urbana. É entendido que a agricultura urbana e periurbana traz diversos benefícios e que, apesar de crescentes as iniciativas e movimentos, a legislação brasileira, sobre esse tema, ainda é escassa e pouco específica. A ausência de uma política específica para a atividade, ou do reconhecimento das crescentes iniciativas pelo poder público e/ou instituições privadas acaba por dificultar o desenvolvimento e valorização da AUP. A presença dessas iniciativas na cidade do Rio de Janeiro demonstra o interesse da população pelo tema e com a pandemia e seus reflexos ficou evidente a necessidade de valorização da agricultura urbana para a manutenção da segurança alimentar da população.

Introdução

Ao longo dos anos, as cidades têm sofrido com um processo crescente de urbanização. Conforme a população cresce, a demanda por recursos naturais se intensifica e traz desafios econômicos, sociais e ambientais (GRIMM et al., 2008). Nesse sentido, se faz necessário um processo de desenvolvimento urbano consciente e dinâmico, que busque o aproveitamento dos espaços ociosos, crie estratégias de crescimento urbano e vise minimizar os impactos negativos na população e no meio ambiente (CLOUTIER, et al, 2014; ROSA, 2011).

O planejamento urbano consciente, com foco na sustentabilidade das cidades, vem ganhando espaço nas estratégias mundiais (ZIEGLER, 2009). Esse processo se refere a integração, articulação e cooperação entre os diversos setores da sociedade, visando a um planejamento territorial para a conservação, manutenção dos recursos naturais e aumento da qualidade de vida da população (SHMELEV; SHEMELEVA, 2009; RONCONI, 2011; STIGT et al., 2013; BENTO et al., 2018).

A prática da agricultura urbana e periurbana (AUP) pode ser considerada uma estratégia de planejamento urbano sustentável e aproveitamento dos espaços ociosos da cidade, associando-se ao aumento da qualidade de vida, já que traz benefícios ambientais, sociais, de lazer e culturais. Essa

prática vem sendo utilizada nos últimos mil anos, podendo, também, incluir a criação de animais (ORSINI et al., 2013; WANG; CLARK, 2016). Além disso, representa, para os praticantes, tanto uma forma de nutrição e estabilidade econômica quanto um meio de relaxamento e interação social (Anguelovski, 2013; BREUSTE; ARTMANN, 2014; AMOS et al., 2018; MOUGEOT, 2000). Como exemplo, podem-se incluir os jardins, praças, hortas, pomares e canteiros (ROSA, 2011) trabalhados com técnicas de manejo que permitem a conservação do solo e utilização máxima do espaço nas cidades (LEFF, 2006; AQUINO; ASSIS, 2007).

No Brasil, este tipo de agricultura conta com o Programa de Agricultura Urbana e Periurbana criado pelo Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), em 2018. Esse programa oferece parcerias com estados, municípios e ONG's com o intuito de promover hábitos alimentares saudáveis nas famílias brasileiras (BRASIL, 2019). Apesar do crescente número de iniciativas nos estados brasileiros, a prática da agricultura urbana ainda se faz pouco presente em comparação ao tamanho do território, com iniciativas concentradas em São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Brasília, Distrito Federal, Goiás e Ceará (ROSA, 2011; CURITIBA, 2018). Esses estados apresentam legislação específica para a regulamentação da AUP e introdução do tema para a confecção do plano diretor das cidades. Além disso, oferecem programas de desenvolvimento social voltados, não só, para a produção e cultivo de alimentos, como também para a assistência técnica dos agricultores (LOVO; COSTA, 2007; ROSA, 2011). Destaque pode ser dado também à região Metropolitana de Porto Alegre que, apesar de não possuir legislação específica para a AUP, apresenta programas de desenvolvimento social, ligados ao programa FOME ZERO, que utilizam essa prática (ROSA, 2011).

A atividade agrícola no município do Rio de Janeiro já foi bastante presente. Mas, com o processo de expansão urbana, especialmente em direção à Zona Oeste, onde se concentrava a maior parte de produção agrícola na cidade, a atividade perdeu espaço para o setor industrial e para a expansão imobiliária (PRADO et al., 2012; OLIVEIRA; ABREU, 2015). No entanto, apesar da diminuição do foco na produção agrícola nessas áreas, ainda existem produtores na Zona Oeste do município, que lutam contra a marginalização para permanecer no território e manter a prática agrícola. Além dos quintais orgânicos e das hortas comunitárias, a cidade possui inúmeros sítios com forte atividade agrícola (DIAS, 2018), mas a falta de uma legislação específica para o tema traz inseguranças jurídicas para esses produtores e a regulamentação da atividade poderia contribuir para a pacificação de conflitos e estímulo à sua expansão no município (FARFÁN et al., 2008; ROSA 2011).

Desta maneira, tendo em vista o potencial da AUP como estratégia de desenvolvimento sustentável das cidades e a necessidade de regulamentação dessa atividade, o presente trabalho tem

como objetivo fazer uma análise da base legal relacionada à AUP e uso da terra tendo como área de estudo o município do Rio de Janeiro.

Material e Métodos

Foi realizado um levantamento referente à legislação em vigor, tendo em vista caracterizar o arcabouço legal – leis, decretos, planos e estratégias legais – relacionado às práticas agrícolas urbanas e conservação ambiental a nível, municipal, estadual e federal.

Geramos uma análise descritiva que considerou o enquadramento jurídico da AUP nesse arcabouço e avaliamos o enquadramento da AUP especificamente às políticas de desenvolvimento social e para a atividade agrícola.

Posteriormente, foi realizado um levantamento de iniciativas relacionadas à AUP, no município do Rio de Janeiro, no ano de 2019, que gerou um gráfico com as porcentagens definidas para iniciativas do poder público, privadas, da sociedade, organizações sem fins lucrativos (ONGs) e projetos estudantis.

Resultados e Discussão

No Brasil, quando se trata da prática agrícola, a política de regimento desta, está intimamente ligada ao meio rural, seja no agronegócio ou na agricultura familiar. A regulamentação da agricultura tem como ponto de partida a Constituição Federal de 88 (BRASIL, 1988), e nela se destacam dois segmentos: o ambiental, através do Art. 225, e o de regulação fundiária e da atividade, através dos Arts. 184 a 191 (Figura 1).

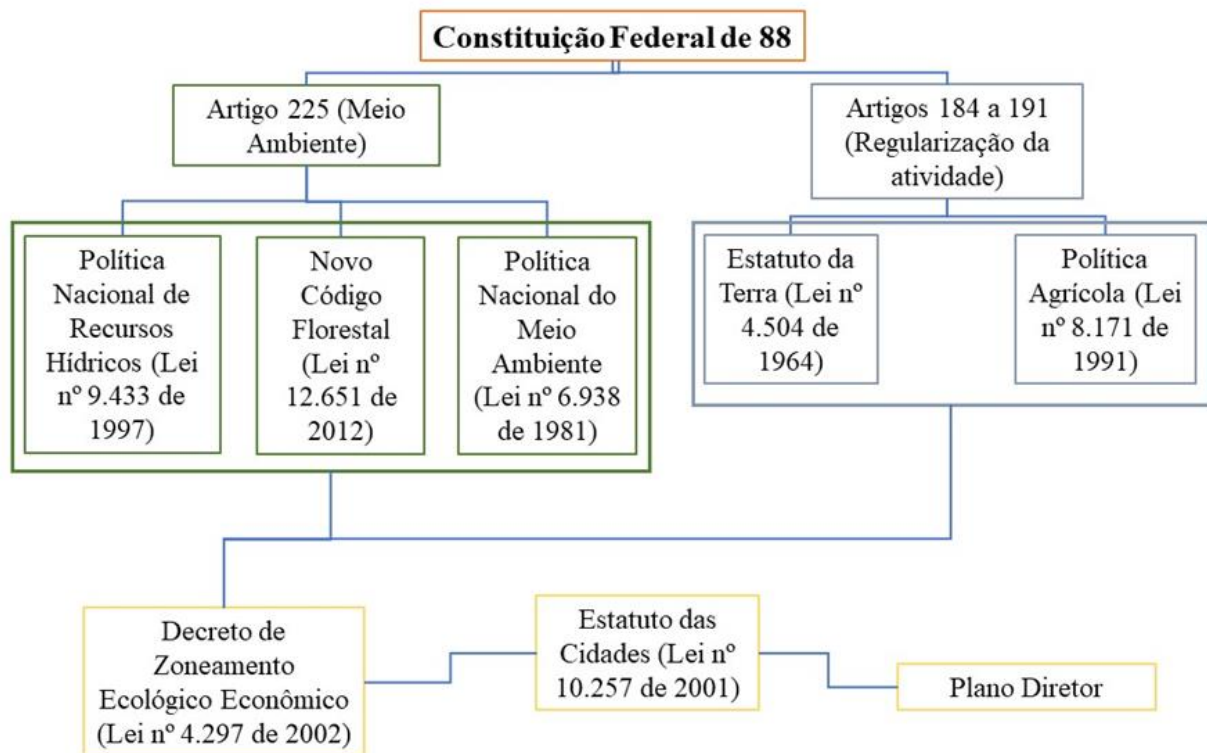


Figura 1: Legislação que rege diversas políticas Públicas de uso e ocupação das Terras no Brasil, relacionadas aos recursos solo, água e vegetação.

Fonte: Os autores.

A partir do segmento ambiental, se estabelecem as políticas de conservação do solo, água e da vegetação nativa, que estão contidas na Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981), no Novo Código Florestal (BRASIL, 2012a) e na Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997). Elas estabelecem, em termos gerais, diretrizes de regularização do uso do solo, através do zoneamento ambiental, a utilização dos recursos naturais e do solo para a agricultura, proteção da vegetação nativa, atividade agrícola em áreas de preservação permanente e a criação de instrumentos para a gestão como, por exemplo, o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).

O segmento de regularização fundiária e da atividade fornece bases estratégicas para diversas leis, decretos, políticas e estatutos, tendo como umas das principais leis o Estatuto da Terra (BRASIL, 1964) e a Política Agrícola (BRASIL, 1991), que têm como objetivos reger os direitos e obrigações acerca dos imóveis rurais, da reforma agrária e da promoção da política agrícola, responsável por regulamentar e criar instrumentos relativos às atividades agropecuárias, agroindustriais e de planejamento das atividades pesqueira e florestal.

Ambos os segmentos devem ser estudados em conjunto já que se relacionam e se complementam. A Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981), quando dispõe sobre o uso dos recursos naturais e do solo, está ligada diretamente ao uso da terra para a agricultura levando à necessidade de se considerar a proteção dos recursos naturais e regularização fundiária e agricultura. Nessa linha de raciocínio, chegamos ao Decreto de Zoneamento Ecológico Econômico (BRASIL, 2002), que rege o art. 9o, inciso II, da Política Nacional do Meio Ambiente e estabelece critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil – ZEE, ao Estatuto das Cidades (BRASIL, 2001) e a Lei complementar 111, de fevereiro de 2011 (RIO DE JANEIRO, 2011), que institui a necessidade de cada cidade produzir o seu Plano Diretor (PD) (Figura 1).

A Cidade do Rio de Janeiro teve seu Plano Diretor instituído pela Lei complementar 111, de fevereiro de 2011 (RIO DE JANEIRO, 2011). Ele tem como objetivo normalizar o uso ambientalmente correto do espaço urbano estabelecendo diretrizes e normas para o seu desenvolvimento sustentável e planejamento urbano. O Plano Diretor do Rio de Janeiro, em conjunto com a Fundação Parques e Jardins, conforme disposto no Decreto nº 28.981, de 31 de janeiro de 2008 (BRASIL, 2008), são responsáveis pelo planejamento paisagístico da cidade, reflorestamento, arborização e utilização dos vazios urbanos.

O Plano Diretor, além de regulamentar o uso sustentável, inclui em sua estrutura incentivos à agricultura urbana no município do Rio de Janeiro. Esse incentivo também se dá na forma da portaria do MDS (Ministério do Desenvolvimento Social) nº 467, de 7 de fevereiro de 2018, que instituiu no país o Programa Nacional de Agricultura Urbana e Periurbana, que visa o fortalecimento das mesmas, da segurança alimentar, o incentivo à interação social e ao crescimento da educação ambiental no Brasil (Brasil, 2018) (Figura 2).

Duas importantes iniciativas que põem em prática a agricultura urbana no município do Rio de Janeiro são o Programa Hortas Cariocas, criado pela Gerência de Agroecologia e Produção Orgânica (GAP), vinculada à prefeitura do Rio de Janeiro (SMAC, 2020) e o Projeto Hortas Escolares, criado pela secretaria municipal de educação. O programa Hortas Cariocas tem como objetivos a utilização dos espaços urbanos para a produção de alimentos, tornando-os produtivos e diminuindo os índices de ocupações irregulares e da quantidade de terrenos ociosos. Além disso, pretende estimular a prática da agricultura, aumentar a inclusão social e reduzir a insegurança alimentar na cidade, democratizando, junto à população, o acesso a alimentos saudáveis e seguros. Já o Projeto Hortas Escolares, apoiado pela Fundação Parques e Jardins, foi criado com o objetivo de implantação e manutenção de hortas visando a recuperação de jardins, áreas verdes e espaços arbóreos em escolas municipais do Rio de Janeiro, além de conscientizar sobre a importância do meio ambiente, alimentação saudável e promoção da prática agrícola (SME, 2020).

Esses programas são partes intrínsecas de iniciativas e políticas nacionais de segurança alimentar como o Programa Nacional de Agricultura Urbana e Periurbana (BRASIL, 2018) e a Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional, Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006, possibilitando o acesso de todos os cidadãos a uma alimentação de qualidade e em quantidade suficiente para atender suas demandas nutricionais (BRASIL, 2006b) (Figura 02).

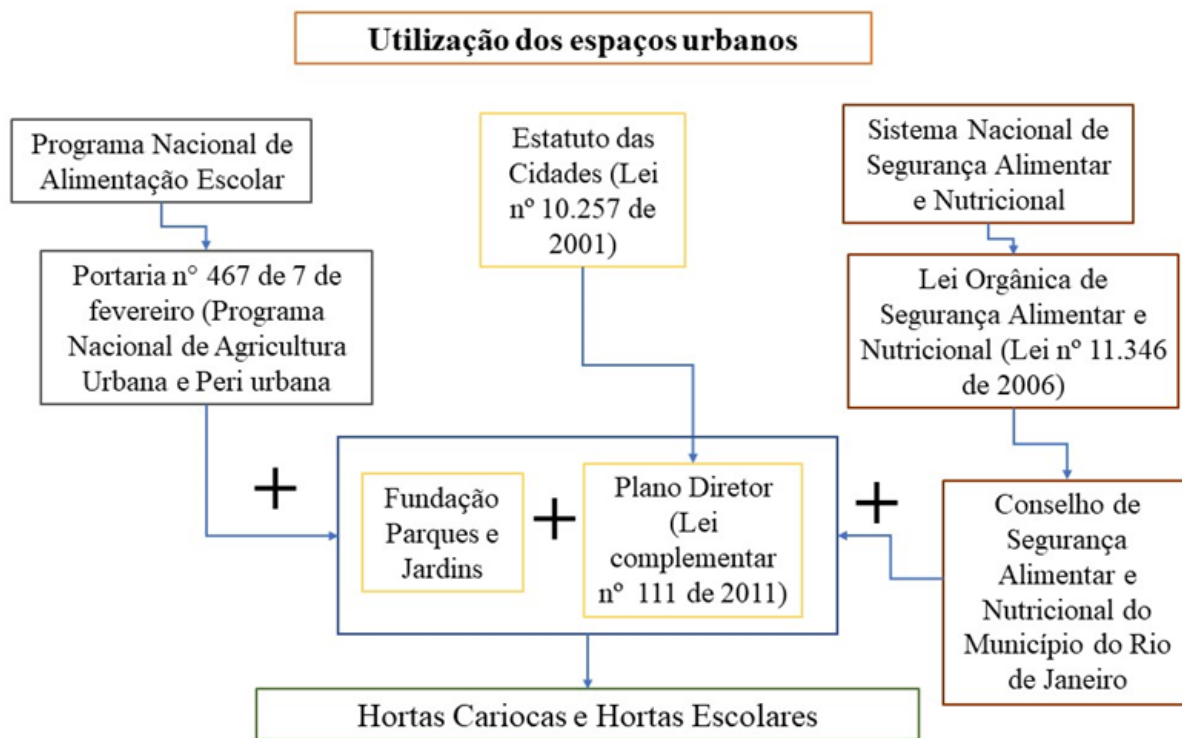


Figura 2: Relação entre as iniciativas políticas e programas de desenvolvimento ligados ao Programa Hortas Cariocas.

Fonte: Os autores.

No Brasil, as políticas agrícola e de regulamentação agrária se fazem bastante presentes. Entretanto, estão voltadas, basicamente, para regularização fundiária, agricultura familiar e venda da produção agrícolas.

Para enquadrar os pequenos produtores rurais e buscar minimizar os impactos ambientais da atividade agropecuária e silvicultura, outras iniciativas públicas foram criadas, como por exemplo: Política Nacional da Agricultura Familiar e de Empreendimentos Familiares (Brasil, 2006a), Programa de Apoio à Conservação Ambiental do Ministério do Meio Ambiente (conhecido também por Bolsa Verde), instituído pela Lei 12.512 de 14 de outubro de 2011 e regulamentado pelo Decreto nº. 7.572, de 28 de setembro de 2011 (BRASIL, 2011) e Programa de Fomento às Atividades

Produtivas Rurais instituído pela Lei nº 12.512, de outubro de 2011 (BRASIL, 2011). Sem contar a possibilidade de participação em programas como o Plano ABC e Crédito Fundiário.

Nesse contexto, é possível comparar a atividade da agricultura familiar rural, à urbana e periurbana. Em termos gerais, ambas as formas de agricultura apresentam características semelhantes que serão apresentadas a seguir, porém, as leis que dispõem sobre a primeira são restritas às propriedades rurais, não fazendo menção ao agricultor urbano ou à agricultura na cidade.

O agricultor urbano poderia se encaixar em alguns dos requisitos dispostos na Política Nacional da Agricultura Familiar e de Empreendimentos Familiares (BRASIL, 2006a) como, por exemplo, ao que caracteriza o agricultor familiar como aquele que utiliza predominantemente mão-de-obra da própria família (art 3º, II), apresenta renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento (art 3º, III) e dirige seu estabelecimento com sua família (art 3º, III). Entretanto, ao se considerar integralmente o artigo 3º, a agricultura urbana não pode ser classificada como agricultura familiar, pois esta trata, prioritariamente, do meio rural e tem como delimitação de terra o sistema de módulos fiscais (art 3º, I), expressos em hectares. Essa metragem acaba por ser considerada inadequada e exagerada em relação às áreas nas cidades, onde os espaços disponíveis para a prática da agricultura urbana não são tão amplos.

O enquadramento do agricultor urbano como agricultor familiar possibilitaria que ele pudesse acessar alguns programas de governo como o Programa de Aquisição de Alimentos (PPA), Plano SAFRA (2010-2020), Programa Mais Alimentos e ao PRONAF- BNDS, promovendo o acesso e tendo direito a outras iniciativas como o Seguro de Agricultura Familiar, o Programa de Garantia de Preços da Agricultura Familiar, entre outros (SEAD, 2019) (Figura 3). Nesse sentido, é importante ressaltar que nessa preposição estamos considerando os agricultores urbanos e periurbanos que possuem excedente de produção e que estariam interessados em ter mais permeabilidade na sua comercialização.

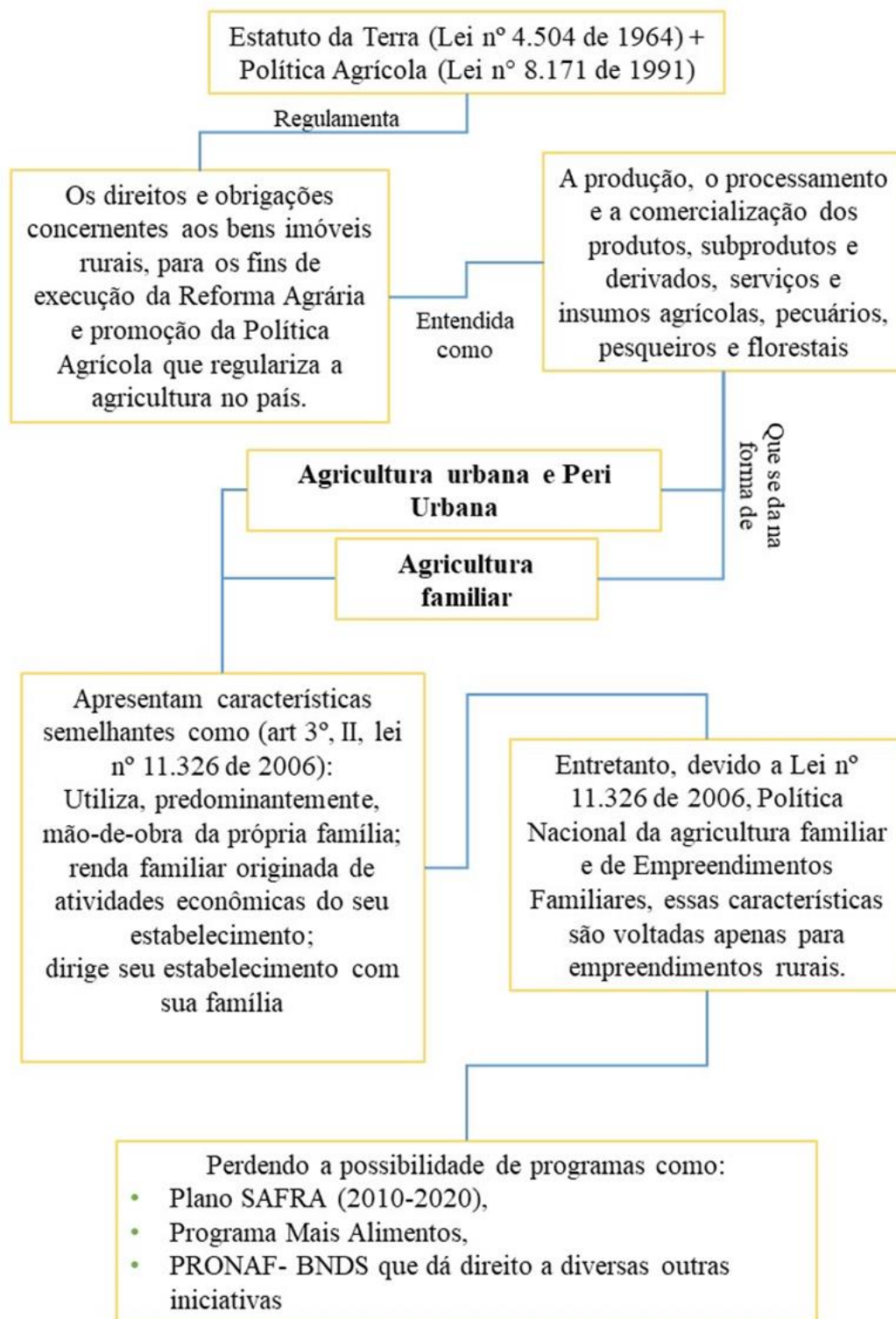


Figura 3: Relação entre os programas de desenvolvimento agrícola públicos e a regulamentação referente à agricultura urbana, periurbana e familiar no Brasil.

Fonte: Os autores (2020)

A agricultura urbana, apesar de não estar expressamente descrita em uma legislação própria, pode ser enquadrada em planos de desenvolvimento, estratégias sustentáveis e de auxílio à segurança alimentar. Dois exemplos podem ser citados: O primeiro é a Lei Federal nº 10.257, de julho de 2001 (BRASIL, 2001) e o segundo a Lei Complementar Municipal do RJ nº 111, de 2011 (RIO DE JANEIRO, 2011a), a qual institui o Plano Diretor da Cidade do Rio de Janeiro. Em seus artigos nº 165 e nº 212, a Lei 111 prioriza a criação de programas de fomento e incentiva a utilização dos espaços/terrenos vazios na cidade para a agricultura urbana sustentável, com o intuito de atender às diretrizes de prevenção às mudanças climáticas.

Apesar das dificuldades regulamentais, a atividade agrícola urbana e periurbana no Rio de Janeiro se faz presente como umas das estratégias no Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica –PLANAPO (2016 - 2019), o qual tem como base as diretrizes do artigo 3º, do Decreto nº 7.794, de agosto de 2012 (BRASIL, 2012b). Ele trata, em termos gerais, sobre a soberania e segurança alimentar, o uso sustentável e a conservação dos recursos e ecossistemas naturais e modificados, de sistemas justos e sustentáveis de produção, da distribuição e consumo de alimentos saudáveis, da valorização da agrobiodiversidade e dos produtos da sociobiodiversidade. Essas ações promovem a participação da juventude rural na produção orgânica e de base agroecológica. O PLANAPO tem como uma de suas estratégias estabelecer o marco conceitual e normativo sobre reconhecimento institucional da agricultura urbana e periurbana (MDA, 2016).

Expectativas promissoras para o desenvolvimento da agricultura urbana e periurbana no município podem ser vislumbradas ao se observar a atenção positiva da população urbana sobre a produção e aquisição de alimentos saudáveis ofertados pelos produtores urbanos agroecológicos e orgânicos.

Em um levantamento de iniciativas relacionadas à AUP, realizado pelos autores, em 2019, foram encontradas 36 ações, divididas em iniciativas do poder público (4), privadas (8), da sociedade (16), organizações sem fins lucrativos (ONGs) (2) e projetos estudantis (6). Em sua maioria elas estão relacionadas a projetos independentes que se expressam por meio de redes de movimentos institucionais, sociais, culturais e ambientais de incentivos aos agricultores urbanos que promovem para a população urbana palestras, cursos, seminários, divulgação de feiras com alimento agroecológicos e orgânicos, implantação de hortas em comunidades, praças e terrenos nos Bairros, criação de projetos de incentivo à produção em casa, como os Quintais Produtivos, hortas escolares, etc (Figura 4).

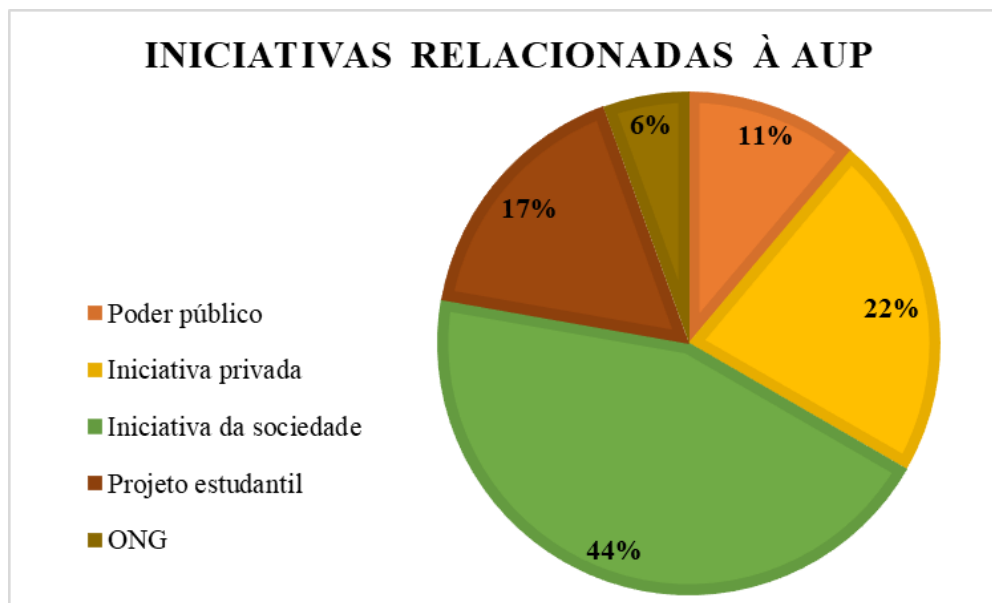


Figura 4: Levantamento dos promotores de iniciativas relacionadas à AUP no município do Rio de Janeiro em 2019.

Fonte: Os autores (2020)

As iniciativas se dividem entre aquelas que utilizam os produtos cultivados nos polos de agricultura urbana, tanto em restaurantes como na merenda escolar, aquelas que auxiliam na certificação desses produtos, principalmente na categoria de orgânicos, aquelas que prestam consultoria para a realização da atividade e aquelas que auxiliam na organização e mobilização dos agricultores.

Entre as iniciativas podemos perceber que aquelas que nascem do interesse da sociedade são predominantes. Isso pode estar relacionado à necessidade de se pensar em novas formas de alimentação e como estratégia de democratização do alimento. Entretanto, apesar das crescentes iniciativas relacionadas à agricultura urbana e periurbana, os movimentos para o reconhecimento destas ainda são muito esparsos e pouco reconhecidos pelo poder público e iniciativa privada.

Considerações Finais

A agricultura urbana e periurbana trazem diversos benefícios sociais, econômicos, culturais, de lazer, segurança alimentar e saúde pública e ambiental para a população. No entanto, a legislação brasileira sobre esse tema ainda é escassa e pouco específica e não a reconhece como uma estratégia de desenvolvimento sustentável das cidades. A ausência de uma política específica para a atividade, acaba por dificultar o seu desenvolvimento e a sua valorização.

O enquadramento dessas atividades em políticas públicas poderia trazer benefícios relacionados a crédito, seguro, participação em projetos já em andamento para a agricultura familiar.

A presença de várias iniciativas de AUP, em curso na cidade do Rio de Janeiro, demonstra o interesse da população pelo tema assim como a resistência dos grupos que praticam essa atividade há muitos anos. Além disso, a pandemia COVID-19 vivenciada em 2020 e início de 2021, trouxe impactos e reflexões importantes relacionados à segurança alimentar. Ficou evidente que a valorização da produção local pode ser uma estratégia para a superação de momentos como esse. Nesse contexto, a AUP deveria ser também considerada uma importante estratégia de adaptação das cidades para diminuir a vulnerabilidade da população a esses eventos.

Referências Bibliográficas

Amos, C. C. et al. 2018. A scoping review of roof harvested rainwater usage in urban agriculture: Australia and Kenya in focus. *Journal of Cleaner Production*, v. 202, p. 174-190.

Anguelovski, I. 2013. Beyond a livable and green neighborhood: asserting control, sovereignty, and transgression in the Casc Antic of Barcelona. *Int. J. Urban Reg. Res.*, v. 37, n. 3, p. 1012-1034.

Aquino, A. M.; assis, R. L. 2007. Agricultura orgânica em áreas urbanas e periurbanas com base na agroecologia. *Revista Ambiente & Sociedade*. Campinas v. 1. p. 137-150.

Bento, S. C. et al. 2018. As novas diretrizes e a importância do planejamento urbano para o desenvolvimento de cidades sustentáveis. *Rev. Gest. Ambient. Sustentabilidade*, São Paulo, v. 7, n. 3, p. 469-488.

Brasil. Lei n.º 4.504, de 30 de novembro de 1964. Dispõe sobre o Estatuto da Terra, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Distrito Federal, DF, 1964. Acesso em: 12 abr. 2019.

Brasil. Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Distrito Federal, DF, 1981. Acesso em: 12 abr. 2019.

Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. *Diário Oficial da União*, 1988. Acesso em: 12 abr. 2019.

Brasil. Lei n.º 8.171, de 17 de janeiro 1991. Dispõe sobre a política agrícola. *Diário Oficial da União*, Distrito Federal, DF, 1991. Acesso em: 12 abr. 2019.

Brasil. Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. *Diário Oficial da União*, Distrito Federal, DF, 1997. Acesso em: 12 abr. 2019.

Brasil. Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. *Diário Oficial da União* 2001. Acesso em: 12 abr. 2019.

Brasil. Decreto n.º 4.297, de julho de 2002. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Distrito Federal, DF, 2002. Acesso em: 12 abr. 2019.

- Brasil. Lei n.º 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Diário Oficial da União, Distrito Federal, DF, 2006. Acesso em: 12 abr. 2019a.
- Brasil. Lei n.º 11.346, de 24 de setembro de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. Diário Oficial da União, Distrito Federal, DF, 2006. Acesso em: 12 abr. 2019b.
- Brasil. Decreto n.º 28.981, de janeiro de 2008. Dispõe pela conservação, manutenção e reformas de todos os canteiros, praças e parques na forma que menciona. Diário Oficial da União, Distrito Federal, DF, 2008. Acesso em: 12 abr. 2019.
- Brasil. Decreto nº 7.572, de 28 de setembro de 2011. Regulamenta dispositivos da Medida Provisória nº 535, de 2 de junho de 2011, que tratam do Programa de Apoio à Conservação Ambiental - Programa Bolsa Verde. Diário Oficial da União, Distrito Federal, DF, 2008. Acesso em: 18 dez. 2020.
- Brasil. Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Distrito Federal, DF, 2012. Acesso em: 12 abr. 2019a.
- Brasil. Decreto n.º 7.794, de agosto de 2012. Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. Diário Oficial da União, Distrito Federal, DF, 2008. Acesso em: 12 abr. 2019b.
- Breuste, J.; Artmann, M. 2014. Allotment gardens contribute to urban ecosystem service: case study Salzburg, Austria. *J. Urban Plann.* v. 141, n. 3.
- Cloutier, S.; Larson, L.; Jambeck, J. 2014. Are sustainable cities “happy” cities? Associations between sustainable development and human well-being in urban areas of the United States. *Environ Dev Sustain*, v. 16, n. 3, p.633-637.
- Curitiba. Lei Municipal n.º 15.300, de 1 de fevereiro de 2018. Autoriza a ocupação de espaços públicos e privados para o desenvolvimento de atividades de agricultura urbana. Diário Oficial da União, Rio Grande do Sul, CTBA, 2018. Acesso em: 21 dez. 2020.
- Dias, M. C. O. 2018. Agricultura urbana na cidade maravilhosa: os agricultores familiares do Maciço Da Pedra Branca. *Revista Idealogando*, v. 2, n. 1, p. 98-110.
- Farfán, S. J. A. 2008. Diagnóstico de hortas comunitárias no dipolo Juazeiro-BA e Petrolina-PE: perfil e demandas de pesquisas. 2008. Tese (Mestrado). UNEB, Juazeiro, 105p.
- Grimm, N. B. et al. 2008. Global change and the ecology of cities. *Science*, v. 319, n. 5864, p. 756–760.
- Leff, E. 2006. Racionalidade ambiental: a reapropriação social da natureza. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, p. 555.
- Lovo, I. C.; Costa, Z. R. P. 2007. Fazendo leis para a agricultura urbana: a experiência de Governador Valadares. *Revista da Agricultura Urbana*, n. 16.
- MDA, (Ministério do Desenvolvimento Agrário). 2016. Brasil agroecológico : Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – Planapo: 216-2019 / Câmara Interministerial de Agroecologia e Produção Orgânica. – Brasília, DF : Ministério do Desenvolvimento Agrário, 89 p.
- Ministério do Desenvolvimento Social (BR). Portaria n.º 467, de fevereiro de 2018. Institui o Programa Nacional de Agricultura Urbana e Periurbana. Diário Oficial da União, Distrito Federal, DF, 2018. Acesso em: 12 abr. 2019.
- Mougeot, Luc J.A. 2000. Agricultura Urbana – conceito e definição. In *Revista Agricultura Urbana* nº 01.

Oliveira, L. A.; Abreu, L. S. 2015. Associativismo e mercado alternativo: agricultura urbana na Zona Oeste do Rio de Janeiro. *Cadernos de Agroecologia*, v. 10, n.3.

Orsini, F. 2013. Urban agriculture in the developing world: a review. *Agron. Sustain. Dev.*, v. 33, n. 4, p. 695-720, 2013.

Prado, A. P.; Mattos, C.; Fernandez, C. F. 2012. Agricultores do Maciço da Pedra Branca (RJ): em busca de reconhecimento de seus espaços de vida. *Agriculturas*, v. 9, n. 2.

Rio De Janeiro (Estado). Lei Complementar n.º 111, de 1 de fevereiro de 2011. Dispõe sobre a política urbana e ambiental do município, institui o plano diretor de desenvolvimento urbano sustentável do município do Rio de Janeiro e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Rio de Janeiro, RJ, 2011. Acesso em: 12 abr. 2019.

Ronconi, L. 2011. Governança pública: um desafio à democracia. *Revista Emancipação*. Ponta Grossa, v. 11, n. 1, p. 21-34.

Rosa, P. P. V. 2011. Políticas públicas em agricultura urbana e periurbana no Brasil. *Revista Geográfica de América Central*, n. Especial EGAL, v. 2, p. 1 - 17.

SEAD, (Secretaria Especial de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário). Disponível em: < <http://www.mda.gov.br/sitemda/>>. Acesso em: abr de 2019.

Shmelev, S. E.; Shemeleva, I. A. 2009. Sustainable cities: problems of integrated interdisciplinary research. *Int. J Sustainable Development*, v. 12, n. 1, p. 4-23.

SMAC, (Secretaria Municipal de Meio Ambiente). Hortas Cariocas: O Projeto está presente em 30 comunidades e a produção atende a Escolas Municipais. Disponível em: < <https://www.rio.rj.gov.br/web/smac/hortas-cariocas> >. Acesso em: dez de 2020.

SME, (Secretaria Municipal Educação). 1ª Mostra de Hortas Escolares será realizada no Campo de Santana. Disponível em: < <http://www.pcrj.rj.gov.br/web/sme/exibeconteudo?id=10662836> >. Acesso em: dez de 2020.

Stigt, et al. 2013. A window on urban sustainability Integration of environmental interest in urban planning through 'decision windows'. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 42, p. 18-24.

Wang, X.; Clark P. B. 2016. The environmental impacts of home and community gardening CAB. *Rev. Perspect. Agric. Vet. Sci. Nutr. Nat. Resour.*, p. 11.

Ziegler, E. H. 2009. The case for megapolitan growth management in the 21st century: Regional urban planning and sustainable development in the United States. *The Urban Lawyer*, v. 41, n.1, p. 08-24.

PROPOSTA DE ÍNDICE PARA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS NO MUNICÍPIO DE SÃO LEOPOLDO – RS

| ID 18831 |

1Beatriz Nedel Paz, 2 Amanda Gonçalves Kieling

1Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, e-mail: npazbeatriz@gmail.com; 2Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, e-mail: amandag@unisinobr

Palavras-chave: Política Nacional dos Resíduos Sólidos; Gestão de Resíduos Sólidos Industriais; Índice.

Resumo

A geração de subprodutos e resíduos oriundos do processamento industrial pode causar uma série de impactos ao meio ambiente. Embora diversos instrumentos legais tenham sido criados no intuito de estabelecer controle sobre a geração e destinação de Resíduos Sólidos Industriais (RSI), estes mecanismos não foram implementados de forma satisfatória. Em 2020, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), marco regulatório para Gestão de Resíduos, completou 10 anos, e embora reforce a importância das informações para a gestão e o gerenciamento adequado dos resíduos e para o empoderamento da sociedade no controle ambiental, existem poucos estudos publicados focados na Gestão dos RSI. Além disso, os sistemas de informações preconizados pelas Políticas Ambientais carecem de informações atualizadas sobre a temática. O município de São Leopoldo - RS, objeto deste estudo, realiza o licenciamento ambiental e Declarações semestrais de Resíduos Sólidos Gerados. No entanto, necessita de ferramentas para avaliar a efetividade da gestão de RSI nos empreendimentos locais e estabelecer estratégias públicas. Neste viés, o presente trabalho visa elaborar uma proposta de índice capaz de descrever aspectos da Gestão de Resíduos Sólidos Industriais para o município. Para tanto, a partir de pesquisa bibliográfica, propôs-se um conjunto de 20 indicadores que foi apresentado a duas equipes técnicas da Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMMAM) de São Leopoldo. A seleção e atribuição de pesos aos indicadores propostos, bem como a sugestão por parte dos técnicos da inclusão de novos indicadores se deu através do Método Delphi. A proposta foi apresentada na forma de questionário, enviado por e-mail e aplicado em 3 rodadas, atingindo-se uma taxa de adesão de 58,82%. O tratamento estatístico, aplicado aos dados, possibilitou a seleção de 14 indicadores, bem como a formulação do Índice na forma de um

somatório com pesos ponderados para cada indicador. O índice proposto distribui os 14 indicadores nos Subíndices: Minimização, Reutilização / Reaproveitamento, Reciclagem, Disposição Final e Estocagem. Para viabilizar a aplicação da ferramenta adaptada como uma estratégia no traçado de panoramas e diagnósticos úteis aos estudos da temática, sugere-se que em futuros estudos se implemente uma forma eletrônica e padronizada para o preenchimento de dados, estabelecendo assim uma proposta para o desenvolvimento de um sistema online para a Declaração dos Resíduos Gerados. Também se indica a adaptação de um Índice de P+L e a avaliação de aspectos energéticos no aprimoramento do Índice de Gestão de RSI discutido neste estudo.

Introdução

O processamento industrial pode impactar negativamente o meio ambiente através da geração de subprodutos e resíduos quando estes não são gerenciados de forma adequada. A partir da sanção da Lei nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981, que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), e da Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 - “Lei de crimes ambientais”, bem como a publicação da Resolução CONAMA nº 237 de 19 de dezembro de 1997, que dispõe sobre o processo de licenciamento ambiental, surge a preocupação dos empreendedores em atender às condicionantes de suas licenças, incluindo o manejo e a destinação adequada do residual de seus processos, evitando assim possíveis sanções penais e administrativas.

Em 2002 a Resolução CONAMA nº 313 conceituou os resíduos sólidos industriais como: aqueles resultantes das atividades industriais incluindo-se os semissólidos, os gasosos contidos e os líquidos, cujo tratamento/lançamento seja inviável; bem como lodos, além de rejeitos de equipamentos de controle de poluição. Nesta o art. 1º arbitra: “os resíduos existentes ou gerados pelas atividades industriais serão objeto de controle específico, como parte integrante do processo de licenciamento ambiental.”. A Resolução seleciona um grupo de atividades obrigadas a prestar informações mensais acerca dos resíduos gerados para o órgão estadual, de modo que este possa repassar os dados ao IBAMA no intuito de compor um Inventário Nacional dos Resíduos Sólidos Industriais. Esta CONAMA justifica a importância destes Inventários baseada na sua necessidade para a elaboração de Programas, Planos e Diretrizes governamentais para a gestão deste tipo de resíduo.

Ainda no que tange à gestão dos resíduos, a PNRS apresenta uma visão sistêmica (ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública), tendo entre seus princípios: a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais; a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um

bem econômico e de valor social. A PNRS ainda tem como sua premissa o estabelecimento de prioridades na gestão dos resíduos sólidos (não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final). Ainda quanto ao princípio do direito da sociedade às informações sobre a temática para seu devido controle social, a PNRS traz como instrumentos: inventários, sistema declaratório anual de resíduos sólidos, Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), o Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos, entre outros.

Mesmo que a PNMA e PNRS tenham apresentado uma série de Instrumentos úteis para uma adequada gestão ambiental, estas ainda encontram uma série de desafios. Como exemplo, destaca-se a necessidade de disponibilização de informações concretas, atuais e de fácil compreensão sobre os processos de gestão e gerenciamento de modo a empoderar a sociedade no controle social dos impactos ambientais oriundos das atividades econômicas.

O Ministério da Transparência e Controladoria-Geral da União elaborou em 2017 um Relatório de Avaliação sobre a atuação do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e o Ministério das Cidades na Gestão de Resíduos Sólidos, no qual aponta-se que o SINIR - importante ferramenta para coleta, sistematização e disseminação de informações como forma de efetivo controle social sobre a gestão de resíduos sólidos - não está cumprindo satisfatoriamente com seu propósito. Este deveria ser capaz de fornecer ferramentas para aportar o monitoramento, a fiscalização e a avaliação dos resultados da gestão dos resíduos sólidos e da implementação da PNRS. Entretanto verificou-se que estas informações, bem como os inventários citados na PNRS, não são disponibilizadas pela versão atual do Sistema (de 21 de dezembro de 2012). Apesar do cronograma de desenvolvimento do SINIR, apresentado pelo MMA, prever o término da implantação em 2018, percebe-se que ele não se concretizou, contando este em termos de diagnósticos anuais apenas com os emitidos pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) a respeito de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). No que tange aos resíduos de outras áreas (agrossilvipastoril, de construção civil, industriais etc.), os cadernos diagnósticos disponíveis datam de 2011.

Assim, observa-se que os sistemas de informações acerca de resíduos sólidos industriais preconizados pelas legislações não chegaram a entrar em vigor. Como consequência, tem-se a falta de informações consistentes e atualizadas, bem como de estudos com estes tipos de resíduos que possam embasar decisões estratégicas dos municípios no que tange a gestão de RSI.

Considerando o exposto, percebe-se a importância de iniciativas que contribuam para a coleta, sistematização e análise dos dados que estão disponíveis nos processos de monitoramento das licenças executados pelo licenciador. Deste modo, encontra-se oportunidade para a academia colaborar em estudos que possam ser benéficos aos municípios, produzindo conhecimento acerca

do perfil de geração e gestão de resíduos industriais, propondo ações e podendo através da disseminação das informações atrair empreendimentos especializados em soluções para manejo e gestão destes resíduos.

O município de São Leopoldo/RS, objeto do desenvolvimento deste estudo, encontra-se inserido na realidade de diversos municípios brasileiros, no que tange à disponibilidade de instrumentos tais como o processo de licenciamento ambiental para coleta de informações acerca do manejo de RSI. Contudo, conforme informações de sua Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMAM) e de seu Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos, carece de ferramentas e estudos que possibilitem a sistematização e análise dos dados disponíveis, bem como o traçado de diagnósticos e panoramas para utilização no seu processo decisório para desenvolvimento de políticas de gestão e educação ambiental. Assim, este trabalho visa propor um Índice que colabore com a gestão de RSI no município, composto por indicadores relacionados a aspectos como a minimização, o reaproveitamento e a destinação dos resíduos, facilitando a interpretação dos dados coletados pela SEMMAM.

Metodologia

Segundo Gil (2008), este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa exploratória, uma vez que objetiva uma contextualização e atualização acerca do seu objeto de pesquisa (Gestão de RSI no município de São Leopoldo), através de um levantamento bibliográfico (acerca da problemática da gestão dos RSI) e um estudo de caso (aplicado ao município em questão), contemplando ainda uma pesquisa de opinião utilizando o método Delphi (para a adaptação do Índice). A figura 1 descreve as etapas para a realização deste trabalho.



Figura 1 – Etapas metodológicas.

A partir da revisão bibliográfica tomou-se a tese de Coelho (2011) como ponto de partida para proposição dos indicadores, haja vista sua adequação à temática RSI, a robusta metodologia aplicada para o desenvolvimento do Índice e a potencialidade de adaptação como ferramenta de Gestão Municipal.

O Quadro 1 apresenta os indicadores propostos por Coelho (2011) renumerados sequencial e respectivamente de 1 a 20, organizados em 7 Subíndices.

Assim no presente estudo, foram apresentados os indicadores constantes no Quadro 1, a 17 técnicos das equipes de Licenciamento (DLA) e Fiscalização Ambiental (DFA) da SEMMAM para verificar a adequação do Índice proposto à realidade do município e construir, em conjunto, as propostas de adaptação. Deste modo, a composição do índice foi formulada a partir dos resultados da aplicação do Método Delphi, aplicado em 3 rodadas de questionários (Dez/19 - Mar/20), utilizando a ferramenta do Google Forms®. Estes questionários foram encaminhados por e-mail as equipes da DLA e DFA, sendo que a cada rodada os painelistas recebiam um *feedback* com a súmula dos resultados da etapa anterior de modo a poderem revisar suas opiniões. Esses *feedbacks* e revisões são característica do método Delphi que é interativo e iterativo no intuito de “agregar julgamentos individuais” de especialistas na área em estudo. Enfatiza-se ainda que foi mantido o anonimato das respostas qualitativas e quantitativas, outra característica do método que evita efeitos como dominância no grupo ou relutância em rever posicionamentos (GIOVINAZZO, 2001). A sequência das rodadas pode ser ilustrada pelo fluxograma apresentado na Figura 2.



Figura 2 - Rodadas da Pesquisa Delphi

Quadro 1 - Indicadores Propostos

Sub-índice	Indicador	Descrição do indicador
Minimização	Ind.1	$\frac{[\text{total de resíduos gerados no ano atual (t)}/\text{total de produtos produzidos no ano atual (t)}]}{[\text{total resíduos gerados no ano anterior (t)}/\text{total produtos produzidos no ano anterior (t)}]}$
	Ind.2	$\frac{[\text{resíduos classe I (perigosos) gerados no ano atual (t)}/\text{total produtos produzidos no ano atual (t)}]}{[\text{resíduos classe I (perigosos) gerados no ano anterior (t)}/\text{total produtos produzidos no ano anterior (t)}]}$
	Ind.3	$\frac{[\text{resíduos classe I (perigosos) gerados no ano atual (t)}/\text{total resíduos gerados no ano atual (t)}]}{[\text{resíduos classe I (perigosos) gerados no ano anterior (t)}/\text{total resíduos gerados no ano anterior (t)}]}$
Reutilização/Reaproveitamento	Ind.4	percentual total de resíduos reutilizados ou reaproveitados em relação ao total de resíduos gerados no ano atual (%)
	Ind.5	$\frac{[\text{total de resíduos reaproveitados no ano atual (t)}/\text{total de resíduos gerados no ano atual (t)}]}{[\text{total resíduos reaproveitados no ano anterior (t)}/\text{total de resíduos gerados no ano anterior (t)}]}$
	Ind.6	percentual de substituição de combustível não renovável na produção decorrente da reutilização ou reaproveitamento de resíduos no ano (%)
	Ind.7	percentual de substituição de matéria-prima decorrente da reutilização ou reaproveitamento de resíduos no ano (%)
	Ind.8	percentual de resíduo total transferido a outra indústria para substituição de matéria-prima ou aproveitamento energético (%)
Reciclagem	Ind.9	percentual de total de resíduos reciclados em relação ao total de resíduos gerados no ano atual (%)
	Ind.10	$\frac{[\text{total de resíduos reciclados no ano atual (t)}/\text{total de resíduos gerados no ano atual (t)}]}{[\text{total resíduos reciclados no ano anterior (t)}/\text{total de resíduos gerados no ano anterior (t)}]}$
	Ind.11	percentual de substituição de combustível não renovável na produção decorrente da reciclagem de resíduos no ano (%)
	Ind.12	percentual de substituição de matéria-prima decorrente da reciclagem de resíduos no ano atual (%)
Coprocessoamento	Ind.13	$\frac{[\text{total de resíduos coprocessados no ano atual (t)}/\text{total de resíduos gerados no ano atual (t)}]}{[\text{total resíduos coprocessados no ano anterior (t)}/\text{total de resíduos gerados no ano anterior (t)}]}$
	Ind.14	$\frac{[\text{resíduos classe I coprocessados no ano atual (t)}/\text{resíduos classe I gerados no ano atual (t)}]}{[\text{resíduos classe I coprocessados no ano anterior (t)}/\text{resíduos classe I gerados no ano anterior (t)}]}$
Incinerarção	Ind.15	$\frac{[\text{total de resíduos incinerados no ano atual (t)}/\text{total de resíduos gerados no ano atual (t)}]}{[\text{total resíduos incinerados no ano anterior (t)}/\text{total de resíduos gerados no ano anterior (t)}]}$
	Ind.16	$\frac{[\text{resíduos classe I incinerados no ano atual (t)}/\text{resíduos classe I gerados no ano atual (t)}]}{[\text{resíduos classe I incinerados no ano anterior (t)}/\text{resíduos classe I gerados no ano anterior (t)}]}$
Disposição Final	Ind.17	$\frac{[\text{total de resíduos aterrados no ano atual (t)}/\text{total de resíduos gerados no ano atual (t)}]}{[\text{total resíduos aterrados no ano anterior (t)}/\text{total de resíduos gerados no ano anterior (t)}]}$
	Ind.18	$\frac{[\text{resíduos classe I aterrados no ano atual (t)}/\text{resíduos classe I gerados no ano atual (t)}]}{[\text{resíduos classe I aterrados no ano anterior (t)}/\text{resíduos classe I gerados no ano anterior (t)}]}$
Estocagem	Ind.19	$\frac{[\text{total de resíduos estocados no ano atual (t)}/\text{total de resíduos gerados no ano atual (t)}]}{[\text{total resíduos estocados no ano anterior (t)}/\text{total de resíduos gerados no ano anterior (t)}]}$
	Ind.20	$\frac{[\text{resíduos classe I estocados no ano atual (t)}/\text{resíduos classe I gerados no ano atual (t)}]}{[\text{resíduos classe I estocados no ano anterior (t)}/\text{resíduos classe I gerados no ano anterior (t)}]}$

Fonte: Adaptado de Coelho (2011)

Nesta avaliação, os indicadores propostos foram pontuados pelas equipes com pesos de 1 a 5 (escala Likert) através do critério: 5 – muito importante, 4 – importante, 3 – relevante, 2 – não relevante, 1 – dispensável. Foi ainda questionado, quanto a estes, se os especialistas os incluíam no índice, excluíam ou viam necessidade de melhoria dos mesmos. Ademais foi aberto espaço para comentários e justificativas quanto aos indicadores ou à proposição das modificações destes. Ao final do primeiro questionário ainda se oportunizava aos painelistas proporem outros indicadores que julgassem necessários mediante justificativa.

Após a última rodada da Pesquisa Delphi, foi realizado tratamento estatístico para a seleção final dos indicadores que vieram a compor o índice, bem como para a atribuição de pesos destes, conforme descrito na sequência e com o auxílio das ferramentas Excel® da Microsoft® e Minitab®. Considerando que a Pesquisa Delphi é um método que pode direcionar os resultados a um consenso, é interessante verificar medidas de dispersão ou heterogeneidade das respostas coletadas, como o Coeficiente de variação (CV), o desvio padrão da amostra (s), a distribuição de frequências das notas (f_i). E tomando como referência o estudo desenvolvido por Coelho (2011), avaliaram-se as notas atribuídas aos indicadores e aqueles que apresentaram média, mediana ou moda inferior a nota 4 foram desconsiderados. Ainda deste, adotou-se a fórmula do somatório (Eq. 1) a fim de agregar ao índice os indicadores selecionados conforme segue:

$$IDRSI = \sum_{i=1}^n w_i \cdot q_i \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde “w_i” é o peso atribuído a cada indicador cujo somatório é 1; “q_i” é o valor do indicador; “i” representa o indicador incluído no índice e “n” o número total de indicadores do índice.

Quanto aos pesos dos indicadores, adotou-se o critério de Teixeira (2017), que ponderou estes a partir das médias das notas atribuídas a cada indicador. É importante salientar que as médias utilizadas neste estudo para ponderação dos pesos referem-se àquelas obtidas na segunda fase da pesquisa Delphi, na qual os especialistas revisaram suas opiniões com base nas colocações do grupo. Para ponderar os pesos a partir destas e obter um somatório dos pesos igual a 1 para o índice, foram necessários realizar os seguintes procedimentos: converter as notas em escala Likert (1-5) para o sistema decimal; arbitrar pesos para os subíndices - de modo que seu somatório seja 1 e considerando a ordem de prioridades da PNRS (2010) - não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final; determinar o fator de correção em

função dos pesos arbitrados para calcular pesos dos indicadores; confirmar se o somatório dos pesos corrigidos para os indicadores atinge os valores arbitrados para seu respectivo subíndice e o valor 1 para o índice como um todo.

Já os critérios adotados para classificação da Gestão de RSI, conforme a faixa em que os índices (I) obtidos se enquadram foi o mesmo estabelecido no estudo de Coelho (2011), que são: Excelente ($0,9 \leq I \leq 1$); Muito bom ($0,8 \leq I < 0,9$); Bom ($0,7 \leq I < 0,8$); Regular ($0,6 \leq I < 0,7$); Tolerável ($0,5 \leq I < 0,6$); Ruim ($0,4 \leq I < 0,5$); Muito ruim ($I < 0,4$).

Resultados e Discussão

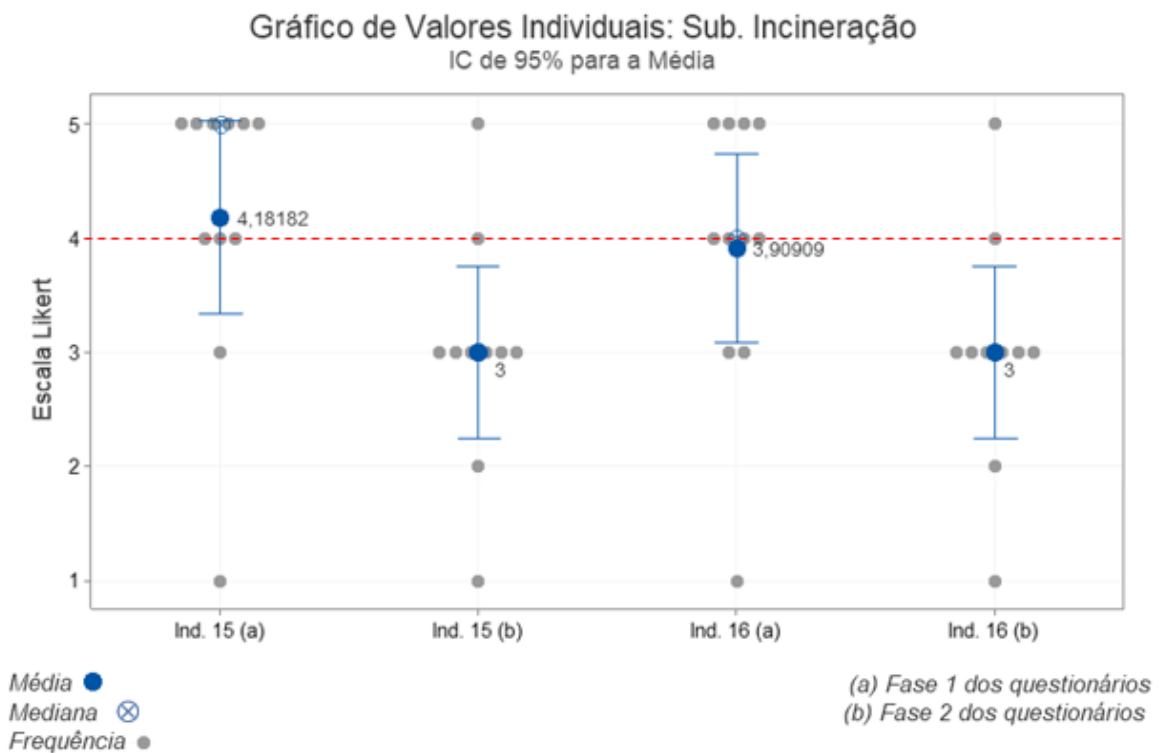
A seleção dos indicadores para composição do índice, bem como os pesos atribuídos a estes, leva em consideração os resultados obtidos através da pesquisa Delphi realizada com os Técnicos da SEMMAM. Quanto a esta pesquisa, verifica-se que os questionários foram enviados para 17 pessoas, das quais 11 responderam a primeira fase e 10 permaneceram ao longo das 3 rodadas aplicadas. Assim relacionando o número de painelistas selecionados ao número de respondentes participantes até a última etapa, a taxa de adesão foi de 58,82%, se aproximando das maiores taxas de adesão encontradas em estudos análogos (51,82% e 55%) o que indica um retorno positivo quanto à aplicação do método.

Avaliação dos indicadores enviados para a equipe

Em relação aos indicadores propostos observou-se que para 60% destes (12 indicadores), o desvio padrão e o coeficiente de variação reduziram de uma rodada para outra, indicando menor dispersão dos dados com relação à nota média atribuída, ou seja, sugerindo uma convergência de opiniões quanto a relevância destes. Isto pode estar associado ao mecanismo de *feedback* do método Delphi aplicado, visto que a aceitação dos indicadores ao longo das fases tem relação direta com os comentários que estes receberam nas rodadas.

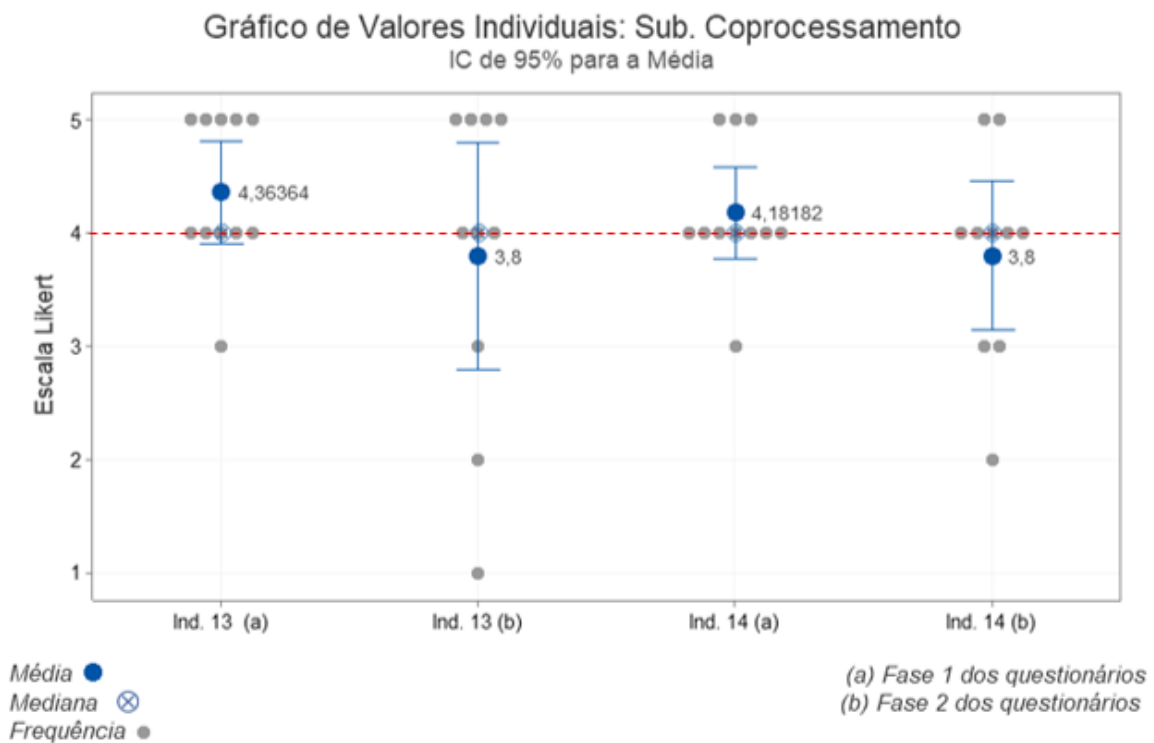
O Subíndice Incineração foi aquele com as maiores medidas de dispersão obtidas ($s \geq 1$ e $cv \geq 20$) em ambas as rodadas para todos seus indicadores propostos, sendo ainda o único que apresentou os valores mínimos de nota média atribuída ($\bar{X}=3$) para todos seus indicadores na segunda rodada. Enquanto o subíndice Disposição Final foi aquele com as menores medidas de dispersão ($s \leq 0,5$ e $cv \leq 10$) em ambas as rodadas para todos seus indicadores propostos, sendo o único que apresentou os valores máximos de nota média atribuída ($\bar{X}=5$) para todos os seus indicadores na segunda rodada. Estas diferenças podem ser observadas nos Gráficos 1 e 2 que apresentam a distribuição de frequências destes subíndices.

No Subíndice Disposição Final, observou-se também que a intenção de inclusão dos seus indicadores foi a maior entre todos os subíndices (100% dos painelistas indicaram que incluiriam esses indicadores). Neste caso, os indicadores 17 e 18 receberam comentários apenas na primeira fase dos questionários, destacando-se que a equipe observa um encaminhamento frequente dos resíduos dos empreendimentos instalados no município para “soluções fim de tubo”, o que justifica a unanimidade em atribuir relevância tão alta aos indicadores relacionados a este subíndice e uma aceitação de 100% dos mesmo em todas as rodadas.



*Os desvios padrão individuais foram usados para calcular os intervalos.

Gráfico 1 - Distribuição de frequências: indicadores do Subíndice Incineração.



*Os desvios padrão individuais foram usados para calcular os intervalos.

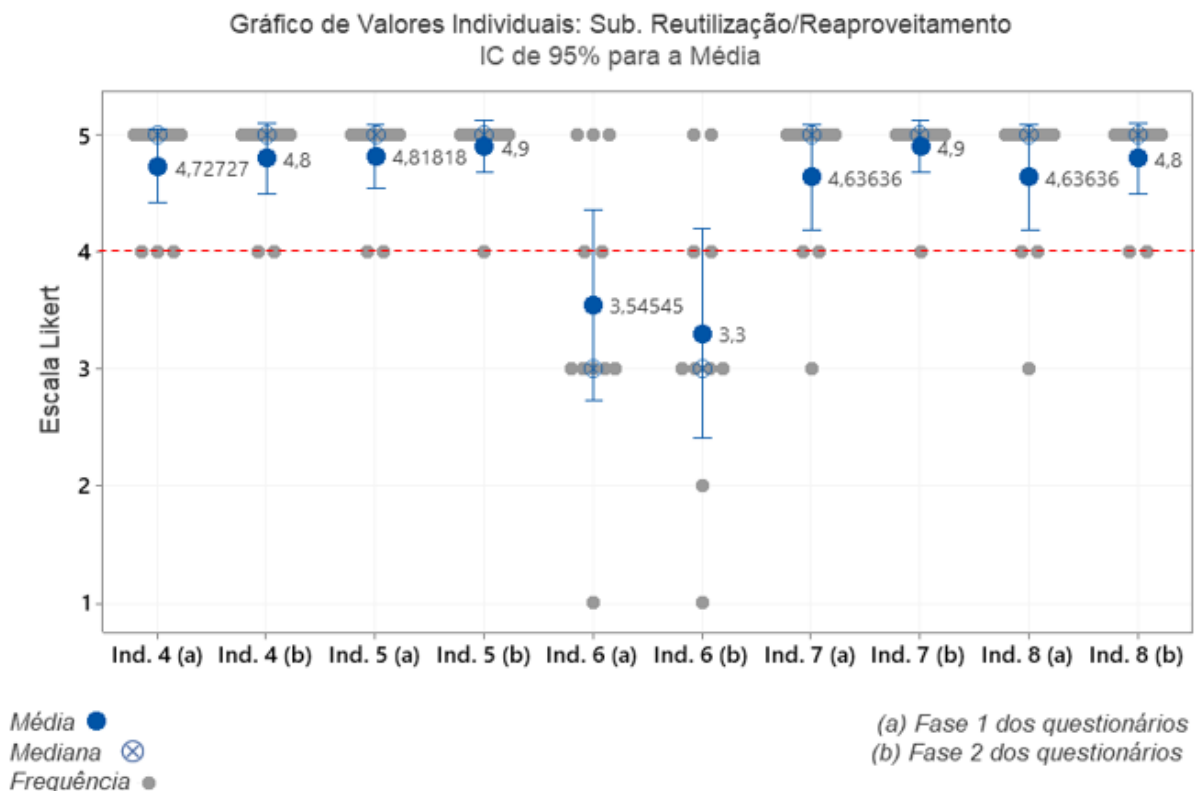
Gráfico 3 - Distribuição de frequências: indicadores do Subíndice Coprocessamento.

A partir da análise de comentários recebidos a respeito dos indicadores nota-se que: ainda que os membros da equipe tenham expressado interesse nas informações que o Subíndice poderia prover (como a evolução das tecnologias de tratamento e destinação), estes ainda percebem uma dificuldade na obtenção de dados para alimentar os respectivos indicadores.

De modo análogo, no Subíndice Incineração, os indicadores 15 e 16 foram eliminados por apresentar médias ou mediana inferiores a 4 na segunda etapa da pesquisa. Destaca-se ainda a queda nas notas atribuídas a ambos os indicadores na fase dois, que pode estar associada aos comentários de painelistas que marcaram a opção de excluir estes indicadores do índice justificando que havia dificuldade em obter estes dados, visto que as empresas teriam que verificar a forma de tratamento que as receptoras de resíduos estavam adotando, além da questão da falta de opções de empreendimentos licenciados no RS para a atividade de incineração.

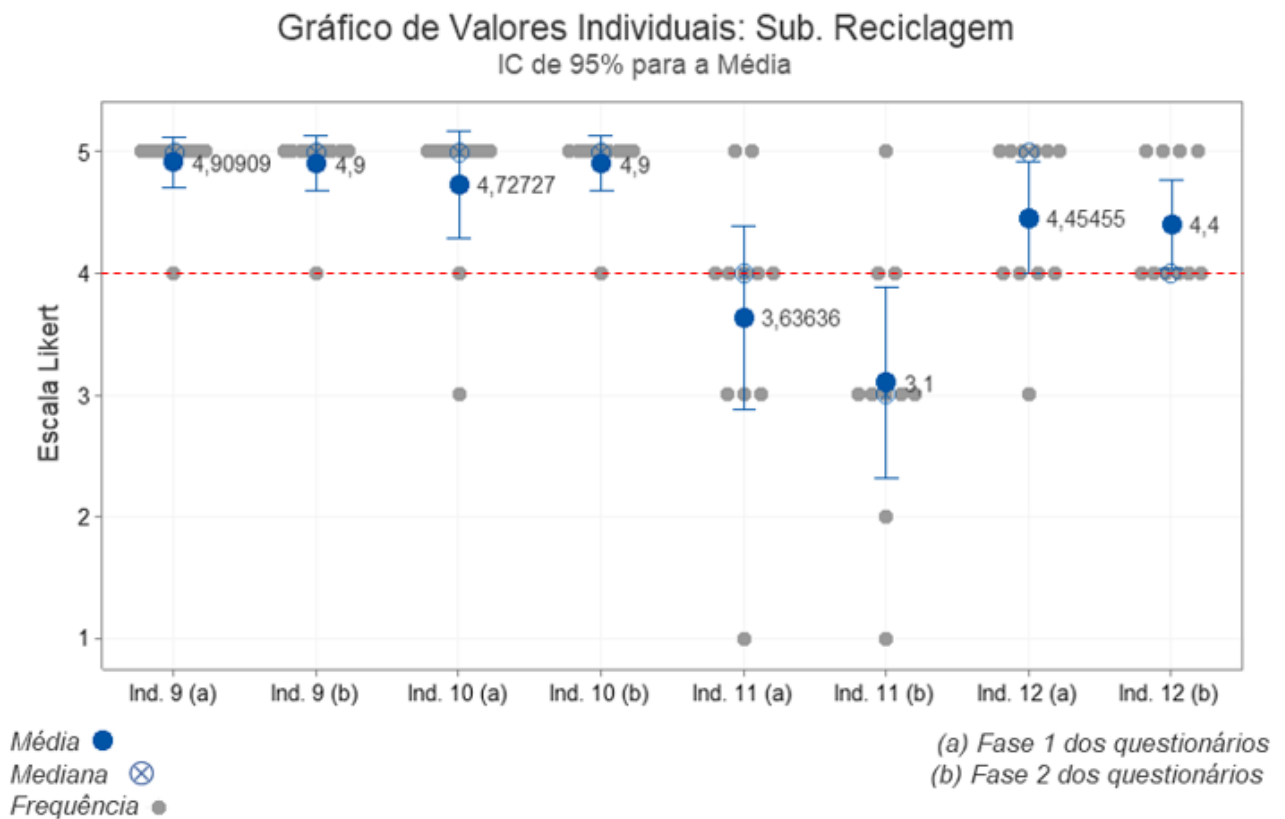
Também, a partir da análise dos Gráficos 4 e 5 foi verificado que os indicadores 6 (Subíndice Reutilização/Reaproveitamento) e 11 (Subíndice Reciclagem), foram eliminados, uma vez que apresentaram médias, medianas ou modas inferiores a nota 4 em ambas as etapas da pesquisa (fase 1 e 2).

Quanto ao indicador 6, na fase 1, um único painelista selecionou que excluiria este do índice, justificando que considerava irrelevante no momento por poucas empresas poderem adotar a prática de substituição dos combustíveis. Outros 3 painelistas sugeriram modificar para um indicador que avaliasse a energia envolvida no processo. Já na fase 2, 3 painelistas (incluindo 1 que anteriormente tinha optado pela modificação) optaram pela exclusão, tendo um deles ainda justificado que passou a considerar o indicador pouco relevante para o momento, levando-se em consideração as ponderações da equipe. Os painelistas que na fase 2 sugeriram modificar o indicador justificaram que gostariam de avaliar o indicador como uma forma de “energia” e não a questão de combustíveis. Para o indicador 11 na fase 1, os 2 painelistas que selecionaram que modificariam este indicador, justificaram de forma análoga ao indicador 6. Já o único que optou pela exclusão não justificou. Destaca-se que 1 painelista que indicou a manutenção do indicador 11 observou que a informação do mesmo seria mais importante para o empreendedor do que para o órgão ambiental. Salienta-se que na fase 2, os comentários para exclusão ou modificação deste indicador foram análogos aos do indicador 6.



*Os desvios padrão individuais foram usados para calcular os intervalos.

Gráfico 4 - Distribuição de frequências: indicadores do Subíndice Reutilização/Reaproveitamento.



*Os desvios padrão individuais foram usados para calcular os intervalos.

Gráfico 5 - Distribuição de frequências: indicadores do Subíndice Reciclagem.

Por fim, cabe-se apresentar uma análise geral quanto aos comentários, recebidos ao longo das duas primeiras rodadas para os 20 indicadores propostos:

- Na primeira fase, todos os indicadores propostos receberam pelo menos um comentário, sendo que os indicadores 1 e 6 receberam a maior quantidade de comentários (5 para cada).
- Já na segunda rodada, para os mesmos 20 indicadores, apenas os indicadores 6, 11, 15 e 16 receberam comentários, sendo estes referentes a justificativas para exclusão ou modificação dos indicadores.
- Ressalta-se que os dois comentários recebidos na fase 2 (indicadores 6 e 11) salientam um dos aspectos positivos do método Delphi – possibilidade de revisar suas opiniões – onde os painelistas expressam que levaram em consideração as ponderações da equipe para alterar suas avaliações.
- Quanto às recomendações de modificações nos indicadores, destaca-se que na fase 2 os indicadores 5, 12 e 15 tiveram essa opção marcada, mas não houve comentário acerca de qual modificação sugeriam. Isto pode ter ocorrido por não ser uma resposta obrigatória do

formulário ou a um engano na marcação.

- Nos indicadores 1 e 3 apenas houve sugestão de disponibilizar mais unidades de medida.
- Já indicações para alteração dos indicadores 6 e 11 não foram votadas em fase posterior uma vez que se percebeu a provável exclusão destes por critérios da metodologia (medidas de tendência central inferiores a 4, na segunda rodada), também vale destacar que as mesmas conversam com um indicador proposto pela equipe (Eq. 2 - Ind. 21, na seção que segue).

Avaliação dos indicadores propostos pela equipe

Na primeira rodada de questionários 2 painelistas sugeriram indicadores. Estes indicadores são representados pelas equações (2 a 5) que seguem, e passam a ser numerados sequencial e respectivamente de 21 a 24.

$$\frac{\text{consumo de energia elétrica anual}}{\text{produção anual}} \quad (\text{Eq. 2 - Ind. 21})$$

$$\frac{\text{efluente gerado}}{\text{água potável consumida no processo}} \quad (\text{Eq. 3 - Ind. 22})$$

$$\frac{\text{efluente tratado}}{\text{efluente gerado}} \quad (\text{Eq. 4 - Ind. 23})$$

$$\frac{\text{aproveitamento de água de reúso ou cisterna}}{\text{água potável consumida no processo}} \quad (\text{Eq. 5 - Ind. 24})$$

Nas rodadas subsequentes, é importante ressaltar-se que antes de pontuar a relevância dos indicadores sugeridos bem como informar a intenção de inclusão destes no índice, os painelistas eram orientados a levar em consideração os seguintes aspectos: temática do estudo (Gestão de RSI) e dados disponíveis na Secretaria.

Contudo, apesar do indicador 21 trazer um aspecto relevante ainda pouco abordado nos indicadores propostos - que é o balanço energético do processo (aspecto que afeta os resíduos sólidos gerados) - a equipe não chegou a estabelecer uma relação direta com a temática (RSI) ou a propor uma adaptação com conexão mais explícita com o tema (por exemplo, propor um indicador relacionando a quantidade de resíduos produzida à energia empregada no processo). Embora indiretamente os painelistas estabeleceram conexão entre a questão da eficiência energética com a da Produção mais Limpa que acabaria afetando a geração de resíduo. Deste modo, percebe-se que considerando os fatores energéticos relacionados a geração de resíduos, seria interessante para

futuras revisões deste Índice proposto trabalhar com a proposição de indicadores que avaliem esse balanço energético.

Já quanto aos indicadores 22 a 24, ainda que se refiram aos efluentes e águas de processo e a CONAMA 313/2002 aceite líquidos cujo tratamento/lançamento seja inviável como definição de resíduos sólidos, a equipe trouxe comentários indicando que não achava relevante na avaliação da gestão de resíduos sólidos, não percebendo relação direta com estes.

Todavia cabe-se destacar que a equipe considerou as questões quanto ao uso da água importantes, destacando que as informações destes indicadores poderiam ser úteis para inclusão de condicionantes nas licenças relacionadas à melhoria contínua e para demonstrar aos empreendedores locais a importância de buscar alternativas sustentáveis quanto ao uso da água. Ressalta-se ainda a relação intrínseca desta visão com a proposta da Resolução CONAMA 237/1997, que prevê a incorporação de “instrumentos de gestão ambiental, visando o desenvolvimento sustentável e a melhoria contínua” aos processos de licenciamento ambiental.

Assim, após análise dos comentários na fase final acerca dos indicadores propostos pela equipe, devido a não explicitação da relação direta dos indicadores 21 a 24 com a temática deste estudo, estes não passaram a compor a formulação do Índice desenvolvido. Todavia, haja vista que a equipe demonstrou a relevância destes indicadores do ponto de vista ambiental, através das notas atribuídas (médias superiores a 4, na escala Likert), altos níveis de aceitação aos indicadores (90% a 100%, na fase final) e de seus comentários, cabe-se sugerir estudos futuros para a incorporação destes a um Índice de Desempenho Ambiental ou de P+L.

Formulação matemática do Índice

A partir dos resultados obtidos selecionaram-se, para compor o índice, os indicadores que seguem sumarizados na Tabela 1. Esta tabela também relaciona os pesos atribuídos a cada indicador a partir da ponderação com as médias das notas na segunda fase dos questionários. Esclarece-se ainda que o estabelecimento de pesos aos subíndices, considerou apenas aqueles restantes após a seleção pelo método Delphi.

Nota-se que do total de 20 indicadores propostos por Coelho (2011) foram selecionados 14 através da Pesquisa Delphi. Ademais, destaca-se que os subíndices de Coprocessamento e Incineração propostos inicialmente foram os únicos que deixaram de compor o Índice deste estudo. Isto se deve a exclusão de todos seus indicadores conforme critérios estabelecidos na metodologia.

Ainda se retoma que os Indicadores sugeridos pela equipe não foram selecionados para compor o presente Índice, ficando de recomendação para aplicação em futuros trabalhos como a proposição de um Índice de Produção mais Limpa ou servindo de base para proposição de uma

discussão elaborada quanto a revisão deste Índice de modo a conter indicadores que avaliem outros aspectos (como o energético) diretamente relacionados a RSI. Ademais, o próprio estudo de Coelho (2011), utilizado de base neste estudo para a proposição inicial dos indicadores, enfatiza a necessidade de “uma constante atualização dos parâmetros utilizados em sua metodologia e uma observação geral do desempenho obtido pelos setores estudados” de modo que o Índice se mantenha capaz de refletir a realidade observada na temática RSI.

Tabela 1 - Indicadores selecionados e seus respectivos pesos

Subíndice	Indicadores	Peso (w_i)	Peso do subíndice
Minimização	Ind.1	0,1400	0,4
	Ind. 2	0,1343	
	Ind. 3	0,1257	
Reutilização / Reaproveitamento	Ind. 4	0,0742	0,3
	Ind. 5	0,0758	
	Ind. 7	0,0758	
	Ind. 8	0,0742	
Reciclagem	Ind. 9	0,0690	0,2
	Ind. 10	0,0690	
	Ind. 12	0,0620	
Coprocessamento	nenhum	-	-
Incineração	nenhum	-	-
Disposição Final	Ind. 17	0,0250	0,05
	Ind. 18	0,0250	
Estocagem	Ind. 19	0,0253	0,05
	Ind. 20	0,0247	
Total	14	1,0000	1,0000

Desta forma, o cálculo do índice leva em consideração apenas aqueles indicadores selecionados, bem como os pesos (w_i) atribuídos a estes (constantes na Tabela 1) para aplicação na formulação apresentada na metodologia (Equação 1), conforme equação 6 que segue:

$$I = 0,14.Ind_1 + 0,1343.Ind_2 + 0,1257.Ind_3 + 0,0742.Ind_4 + 0,0758.Ind_5 + 0,0758.Ind_7 + 0,0742.Ind_8 + 0,069.Ind_9 + 0,069.Ind_{10} + 0,062.Ind_{12} + 0,025.Ind_{17} + 0,025.Ind_{18} + 0,0253.Ind_{19} + 0,0247.Ind_{20}$$

(Eq. 6)

Considerações Finais

O objetivo deste estudo foi propor um Índice que descrevesse aspectos da Gestão de Resíduos Sólidos Industriais no Município de São Leopoldo – RS. Assim, através da pesquisa e do método aplicado, foi possível selecionar, em parceria com a equipe da SEMMAM-SL, um conjunto de 14 indicadores relacionados aos aspectos de Minimização, Reutilização/Reaproveitamento, Reciclagem, Disposição Final e Estocagem destes Resíduos. A partir dos resultados estatísticos obtidos, foi praticável a integração destes em um Índice que pode futuramente ser útil como ferramenta na avaliação destes aspectos.

Destaca-se, em especial, o potencial de utilização desta ferramenta no traçado de Panoramas e Diagnósticos, visto que a divulgação destes, contendo informações atualizadas e de fácil compreensão, oportunizaria o empoderamento da sociedade no controle ambiental e forneceria subsídios para melhoria contínua dos processos de gestão na Indústria. Também serviria para auxiliar na tomada de decisões estratégicas do Poder Público do ponto de vista da Gestão Municipal de RSI e inclusive fornecer dados de interesse na atração de investimentos de soluções focadas na temática.

Considerando a inexistência de uma sistemática digital específica para coleta e análise dos dados para o cálculo do Índice, sugere-se para futuros estudos o desenvolvimento desta coleta digital para viabilizar a aplicação da proposta a uma amostra representativa e com dados capazes de fornecer informações fidedignas à realidade municipal. Por fim, enfatiza-se a contribuição deste trabalho no que tange à apresentação de arcabouço teórico e metodológico na temática, de modo a colaborar na proposição de novos trabalhos correlatos em parceria com a Academia e o Poder Público, a exemplo do aprimoramento do índice então proposto incluindo-se a avaliação de aspectos energéticos na gestão de resíduos e ainda a elaboração da proposta de um índice de P+L.

Agradecimentos

Os Autores gostariam de agradecer a Secretaria Municipal do Meio Ambiente de São Leopoldo pelo apoio recebido.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em 18 de agosto de 2019.

BRASIL. Ministério da Transparência e Controladoria-Geral da União. Secretaria Federal de Controle Interno. Relatório de avaliação por área de gestão nº 9 resíduos sólidos. Brasília, DF: CGU, 2017. Disponível em: <<https://auditoria.cgu.gov.br/download/9805.pdf>>. Acesso em 21 de outubro de 2019.

COELHO, Hosmanny Mauro Goulart. Modelo para Avaliação e Apoio ao Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG: 2011. Disponível em: <<http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/166D.PDF>>. Acesso em 18 de agosto de 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília, DF: CONAMA, 1997. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em 28 de outubro de 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 313, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Brasília, DF: CONAMA, 2002. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=335>>. Acesso em 30 de outubro de 2019.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4ª. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIOVINAZZO, R. A. Modelo de aplicação da metodologia Delphi pela Internet: vantagens e ressalvas. Administração On-line, v. 2, nº 2, abr./jun. 2001. Disponível em: <http://www.fecap.br/adm_online/art22/renata.htm>. Acesso em 25 de novembro de 2019.

TEIXEIRA, Diogo Araújo. Construção e determinação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA/OP) para as áreas urbanas do Município de Ouro Preto, MG. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental – Área de Concentração Meio Ambiente) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental – ProAmb, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, MG: 2017. Disponível em: <<https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/9882>>. Acesso em 05 de abril de 2020.

CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO: 1965-2012, DA DITADURA À DEMOCRACIA

| ID 18850 |

1Camila Fregni Lins, 2Sérgio Nascimento Moreira, 3Tomé Farias Siqueira Leitão, 4Alexandre Nascimento de Almeida

2Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, e-mail: camilafregni@gmail.com; 3Universidade de Brasília - UnB, e-mail: sergionmoreira@gmail.com; 4Universidade de Brasília - UnB, e-mail: tome.leitao@ana.gov.br; 5Universidade de Brasília - UnB, e-mail: alexalmeida@unb.br

Palavras-chave: Código Florestal Brasileiro. Áreas Protegidas. Meio Ambiente. Desenvolvimento Sustentável. Evolução Histórica do Código Florestal Brasileiro.

Resumo

O Código Florestal Brasileiro (CF) é um instrumento político indispensável para a gestão do desenvolvimento econômico do país. Através dos momentos históricos singulares vividos no Brasil, a evolução do Código Florestal Brasileiro traduziu os diferentes momentos políticos, econômicos e ambientais, bem como as intenções de desenvolvimento articuladas através da lei. O primeiro código, instituído em 1934, durante a Era Vargas, estabeleceu os primeiros elementos capazes de garantir um regime florestal diferenciado de proteção e gestão de uma parcela do território. Porém, este instrumento não refletiu isso de forma expressiva no número de áreas protegidas instituídas. O diferencial mais importante do primeiro código foi a capacidade de estabelecer diferentes tipologias e categorias de proteção, com vista a garantir a preservação de recursos naturais dos quais dependia a economia – principalmente os recursos voltados à indústria – e conservação, por meio do uso controlado de recursos naturais em áreas específicas. O segundo código, implementado em 1965, também designou áreas específicas de proteção, no entanto, definiu duas principais fontes de proteção ambiental, que são as Áreas de Preservação Permanente (APP) e a Reserva Legal (RL). Embora instituído em 1965, foi somente na década de 1980 que a RL e a APP foram efetivamente introduzidas na lei, através de medida provisória. Outro importante aspecto durante a vigência do CF de 1965, foi a criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), qual tratou de abranger as diferentes tipologias e categorias de áreas protegidas num sistema único de gestão, mesmo as já previstas no CF de 1965. O terceiro código, instituído em 2012, e atualmente vigente, consolidou as áreas protegidas previstas na norma anterior, e incluiu conceituações e especificações

para a delimitação de cada área prevista na lei. Dessa forma, propomos aqui, a partir de discussões sobre momentos históricos, documentos, e revisão bibliográfica, entender de que maneira esses eventos políticos, econômicos e ambientais influenciaram, especificamente, os códigos de 1965 e 2012. Ao apresentar os principais aspectos político-econômicos e sociais-ambientais, nacionais e internacionais, avaliando os acontecimentos históricos numa linha do tempo, permitiu-se traçar um panorama geral sobre a construção e modificação legislativa. O código florestal brasileiro possui uma história quase centenária, tendo sua gênese em 1934. Sucedido pela norma florestal de 1965, instituído durante o regime militar, apresentando diversas modificações e diferenciações, quando comparado ao seu antecessor. Já em 2012, surge então o novo código florestal brasileiro, apresentando diferenças ainda maiores. Para o objetivo da presente pesquisa, o foco é voltado à comparação entre os códigos de 1965 e 2012, através de uma contextualização política, econômica e ambiental. Durante os 47 anos de vigência entre as duas normas florestais, diversas mudanças significativas ocorreram. Entre as mais importantes, destacamos a área de abrangência da RL e das APPs, o Cadastro Ambiental Rural (CAR), o Programa de Regularização Ambiental (PRA), a ampliação dos incentivos econômicos, como o pagamento por serviços ambientais, o Inventário Florestal Nacional (IFN), Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais (SINAFLOR) e, mais importante, a adição de conceitos específicos que tiveram grande impacto nos âmbitos econômico, social e ambiental. Foi possível evidenciar os interesses políticos e econômicos na regulamentação florestal, durante as cinco décadas analisadas. Os conflitos resultantes das diferentes visões de proteção, conservação e desenvolvimento atravessaram, e ainda atravessam, a política florestal brasileira. Ao explicitar os diversos fatores envolvidos na promulgação de ambas as leis, especialmente a grande influência do setor agropecuário, que foi fundamental para as mudanças implementadas no novo código florestal de 2012, influenciando os legisladores a adaptarem-se à realidade econômica brasileira, e não o contrário, talvez seja possível vislumbrar onde o desenvolvimento irá nos levar, ao olharmos para o panorama econômico, político e ambiental atual, e quais serão as intenções efetivas por trás de um “novo, novo” código florestal brasileiro.

Introdução

Atualmente, as questões ambientais, já muito discutidas e no centro de diversos encontros, vêm recebendo uma atenção cada vez maior. No Brasil, a preocupação efetiva com o meio ambiente foi tardiamente discutida, ou colocada no âmbito político, em comparação a diversos outros países. Degradação do solo, assoreamento de cursos d'água, poluição diversa, enchentes, escassez de recursos naturais se tornam problemas cada vez mais importantes de abordar e confrontar. Nesse

sentido, cabe à Legislação Ambiental Brasileira estabelecer normativos e leis que possam garantir o acesso e a distribuição equitativa de recursos naturais à sua população. Não somente importante para garantir o acesso à população, é incumbida à legislação o estabelecimento de normas que garantam o desenvolvimento econômico sustentável, sem que se coloque em detrimento o meio ambiente e a sociedade dependente dele.

O Código Florestal Brasileiro (CF) é um instrumento político indispensável para a gestão do desenvolvimento econômico do país. Através dos diferentes momentos históricos vividos no Brasil, a evolução do Código Florestal Brasileiro traduz os diferentes momentos políticos, econômicos e ambientais passados, bem como as intenções de desenvolvimento articuladas através da lei. O primeiro CF, instituído em 1934, durante a Era Vargas, instituiu os primeiros elementos capazes de garantir um regime florestal diferenciado de proteção e gestão de uma parcela do território. Apesar disso, o primeiro código não refletiu isso de forma expressiva no número de áreas protegidas instituídas. O diferencial mais importante do primeiro código foi a capacidade de estabelecer diferentes tipologias e categorias de proteção, com vista a garantir a preservação de recursos naturais dos quais dependia a economia – principalmente os voltados à indústria - e conservação, através do uso controlado de recursos naturais em áreas específicas.

O segundo CF, implementado em 1965, também designou áreas específicas de proteção, no entanto, definiu duas principais fontes de proteção ambiental, que são as Áreas de Preservação Permanente (APP) e a Reserva Legal (RL). Embora instituído em 1965, foi somente na década de 1980 que a RL e a APP foram efetivamente introduzidas na lei, através de medida provisória. Outro importante aspecto durante a vigência do CF de 1965, foi a criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), qual, como veremos adiante, tratou de abranger as diferentes tipologias e categorias de áreas protegidas num sistema único de gestão, mesmo as já previstas no CF de 1965.

O terceiro CFB, de 2012 e atualmente vigente, consolidou as áreas protegidas previstas no código anterior, e incluiu conceituações e especificações para a delimitação de cada área prevista na lei. Dessa forma, propomos aqui, a partir de discussões sobre momentos históricos, documentos, e revisão bibliográfica, entender de que maneira estes eventos políticos, econômicos e ambientais influenciaram, especificamente, os códigos de 1965 e 2012. Ao apresentar os principais aspectos político-econômicos e sociais-ambientais nacionais e internacionais, passamos numa linha do tempo que nos permite um panorama geral sobre a construção e modificação da lei. O primeiro item apresenta o panorama mundial e brasileiro em que nos encontrávamos, e suas influências na proposição do CF de 1965. O segundo item discorre sobre as principais características do CF de 1965, bem como as medidas provisórias, legislações transversais e a criação do SNUC. O terceiro item traz os principais fatores que contribuíram para que o Brasil se tornasse um dos maiores produtores

agropecuários, e a influência dessa mudança para a necessidade de um novo código florestal, o CFB de 2012. E, finalmente, o último e quarto item evidencia as principais diferenças entre os dois códigos, principalmente no que diz respeito às novas regras e conceituações no CFB de 2012.

Diante do quadro apresentado, que envolve diferentes momentos históricos que contribuíram para a implementação e modificação da lei federal florestal, foi realizado o presente estudo, cujos objetivos foram: apresentar uma contextualização histórica acerca da problemática ambiental, especificamente quanto ao código florestal brasileiro de 1965 e 2012, bem como discutir as diversas influências na instituição do código florestal de 2012 e as possibilidades e potencialidades de um futuro novo código florestal, como adequação à realidade brasileira.

Panorama Mundial e Brasileiro

Como forma de entender de que maneira o Código Florestal Brasileiro se adaptou às diferentes realidades do seu período histórico, ou melhor, adaptou-se às políticas internacionais vigentes, encontramos em Medeiros (2006) o perfeito pensamento: “A criação de um instrumento de proteção reflete as expectativas sociais de grupos interessados e arranjos políticos e institucionais que exercem pressão ou influência sobre o Estado.” (MEDEIROS, 2006). Nesta seção apresentamos o panorama ambiental, social, político e econômico, tanto mundial quanto brasileiro, para contextualizar em que momento histórico se encontrava o país e o mundo no momento de implementação do CF de 1965. Ao abordar o panorama ambiental e social, discutimos, a partir de Guha (2000) as duas ondas ambientalistas globais, e as principais características que levaram aos movimentos ambientais da década de 1960, considerado pelo autor como o início da segunda onda ambientalista. No cenário político e econômico, adentramos no momento histórico de conflitos e guerras, assim como a ditadura militar instaurada no país, em 1964, e os desdobramentos do *draft industrialization*, a industrialização forçada, iniciada no período do regime militar.

Cenário ambiental e social

Compreender o momento histórico ambiental e social em que o CF de 1965 foi implementado é fundamental para entender os objetivos de sua implementação. Até o início da década de 1960, Guha (2000), discute que a primeira onda ambientalista contribuiu para a criação de parques, e baseou-se numa visão essencialmente preservacionista e conservacionista. Para o autor, este período, iniciado no século XVIII, fundamentou-se em três principais pensamentos: o *back to the land movement*, movimento de despertar de um “sentimentalismo agrário”, em resposta à revolução industrial europeia (1760-1860), o *scientific conservation movement*, momento em que a preocupação com o meio ambiente cresce, associado às descobertas científicas dos séculos XVI e

XVIII e o *wilderness movement*, quando ocorreu a criação dos primeiros parques nos Estados Unidos, e a partir de uma visão naturalista e utilitarista da natureza, buscava a proteção da vida selvagem e meio ambiente. Os debates entre o preservacionismo e o conservacionismo marcaram as principais discussões sobre meio ambiente na primeira onda do ambientalismo, que foi seguida, a partir da década de 1960, pela “revolução ambientalista” (MCCORMICK, 1992), rompendo o debate entre as duas visões hegemônicas sobre o meio ambiente.

De acordo com Guha (2000), a primeira onda preparou o mundo para a ascensão da consciência ambiental, ao colaborar com a ideia de meio ambiente como algo essencial à sobrevivência de todas as formas de vida. O principal ponto divergente das duas ondas, encontra-se no fato de que a segunda onda ambientalista trouxe, pela primeira vez, a sociedade e o meio ambiente para o debate político, no qual incluía, entre outras pautas, a luta contra impactos ambientais e sociais decorrentes dos avanços industriais, científicos e tecnológicos. O despertar de uma consciência ambiental com viés social, contou com cinco fatores determinantes: (1) a era dos testes atômicos, (2) o livro *Primavera Silenciosa*, de Rachel Carson (1962), (3) publicações sobre desastres ambientais, (4) avanços no conhecimento científico, e (5) influência de outros movimentos sociais. Os cinco fatores são interconectados, uma vez que já na década de 1950 movimentos sociais antiguerra já eram fortes, e contribuíram para o fortalecimento do movimento ambiental da década de 1960. Os movimentos antiguerra contestavam o avanço da ciência e seu fator decisivo na construção de armas nucleares, e também o estilo de vida americano pautado num patriotismo comandado por conflitos e guerras.

Entre os fatores determinantes para o surgimento do movimento ambiental, está a publicação do livro *Primavera Silenciosa*, que marcou as discussões sobre a problemática ambiental, pois denunciou o uso danoso de pesticidas e inseticidas na agricultura, descrevendo suas consequências sobre a saúde humana e o ambiente. O livro é considerado como impulsionador dos diversos encontros internacionais para o meio ambiente, como a Conferência de Estocolmo, em 1973, na Suécia, e a Conferência de Belgrado, em 1975, na antiga URSS, que aconteceram nas décadas seguintes. Além disso, o livro contribuiu para mudanças efetivas, como a proibição do uso do DDT, pesticida muito utilizado na época e também para a estruturação da “Declaração sobre o Ambiente Humano”, em 1972, na cidade de Estocolmo. Faz-se essencial destacar que, na Conferência de Estocolmo, o primeiro plano de ação mundial para o meio ambiente foi elaborado, recomendando a implementação de um programa internacional de educação ambiental, assim dando sequência a uma série de outros encontros que foram também foram marcos decisivos para a questão ambiental. Entre eles, destaca-se a Conferência de Belgrado, em 1975, que assinalou a necessidade de elaborar um novo conceito de desenvolvimento que levasse em conta uma maneira de suprir as necessidades

humanas, sem colocar em detrimento o meio ambiente. Esta última conferência contribuiu, posteriormente, para a definição do conceito de “desenvolvimento sustentável” (Lorenzetti, 2008).

Como veremos a seguir, para o Brasil, estas séries de encontros, impulsionados pelo movimento ambiental da década de 1960, foram determinantes para o estabelecimento das políticas brasileiras, assim como para garantir investimentos estrangeiros no país, como forma de fomentar o período de urbanização que o país vivia à época.

Cenário político e econômico e exposição dos motivos para o novo código florestal brasileiro

Em janeiro de 1934 o Brasil conhecia o primeiro Código Florestal, norma que vigorou por trinta e um anos. A primeira legislação florestal foi importante para a época, principalmente por trazer o estatuto das florestas protetoras, com o intuito de garantir a preservação dos recursos ambientais. Todavia, a história comprovou que essa gênese normativa surgiu mais como um instrumento de controle econômico do que de fato um instrumento verdadeiramente ambiental. O Código Florestal Brasileiro de 1934 surgiu após a Revolução de 1930 e foi uma resposta à manutenção do populismo da Era Vargas. Com o passar do tempo, tornou-se evidente que essa legislação se tornaria obsoleta e retrógrada, pois a história obrigaria o Brasil a se adequar, para não ficar na retaguarda das questões ambientais internacionais.

O Código Florestal de 1965 foi o segundo normativo brasileiro, mas para entendê-lo se faz necessário um estudo sobre a conjuntura ambiental, social, política e econômica mundial e brasileira, para decifrar os vieses de uma época em que fora marcado por muitas mudanças e transformações. A década de 1960 ficou conhecida na história como um grande período de tensão militar, onde guerras como a do Vietnã, e as civis africanas estavam em plena ascensão, bem como as guerras no Oriente Médio e a guerra civil dominicana, que inclusive teve apoio governo brasileiro às investidas norte-americanas.

O Brasil vivia a Pós Segunda Guerra Mundial, onde os agrotóxicos deixavam de ser utilizados como arma química para serem empregados como “defensivos agrícolas”. A partir da década de 60, intensificou-se a percepção de que a humanidade caminhava aceleradamente para o esgotamento ou a inviabilização de recursos indispensáveis à sua própria sobrevivência. Algo deveria ser feito para alterar o estilo de ocupação da terra, até então estabelecidas pela classe dominante.

A segunda metade do século XX é marcada pela emergência da discussão ampla da questão ambiental. Nesse momento, é crescente a degradação do meio ambiente e a escassez de certos recursos naturais, colocando o tema da conservação da natureza no núcleo das discussões e debate público. Rachel Carson, bióloga marinha, ecologista norte-americana, publicou o livro Primavera

Silenciosa, em 1962, sendo um dos responsáveis pela explosão de um movimento ambientalista radical, totalmente transformado, mais enérgico, sensível e de base social mais ampla. Foi a primeira vez que um livro provou cientificamente os efeitos negativos da ação desordenada do homem sobre a natureza, um alerta sobre a má utilização dos pesticidas e inseticidas e seus impactos sobre o meio ambiente e sobre o próprio homem.

Em 1965 é utilizada a expressão “Educação Ambiental” na “Conferência de Educação” da Universidade de Keele, Grã-Bretanha. Em 1952, ocorreu o *smog*, desastre ambiental em Londres, Inglaterra, conhecido como “A Névoa Matadora”, que ocasionou mais de quatro mil mortes, sendo o primeiro a promover a movimentação das autoridades de saúde e a atenção quanto à qualidade do ar. Logo após esse grande desastre, em 1956, a Inglaterra aprova a Lei do ar puro.

No Brasil, em 1965 a Constituição vigente era a de 1946, e Humberto de Alencar Castello Branco, acabara de se apoderar como o primeiro Presidente do período da Ditadura Militar, tendo sido um dos articuladores do Golpe Militar de 1964. Os principais objetivos da intervenção militar eram acabar com os nacionalistas reformistas, representados pelo Partido Trabalhista Brasileiro (PTB) e o projeto das Reformas de Base do governo João Goulart. Logo após a chegada dos militares à Presidência da República, o Brasil passa a ser governado por Atos Institucionais, onde as primeiras consequências foram a implantação do bipartidarismo, abolindo os treze partidos existentes e sendo criados a Aliança Renovadora Nacional (ARENA) e o Movimento Democrático Brasileiro (MDB). O Ato Institucional 2 é imposto como mais restrições aos Estados e Municípios, daí a ideia do Código Florestal de 1965 também ser mais restritivo quanto a participação desses entes federativos.

Após o golpe de 64, como o cenário mundial se encaminhava para um clima mais favorável no tocante às mudanças ambientais, devido os desastres na Inglaterra e no Japão, o Presidente Castello Branco nomeia, em junho de 1964, como Ministro da Agricultura o Professor Universitário Hugo Leme, e é retomado o debate parlamentar sobre a reforma agrária. Leme delega ao Departamento de Recursos Naturais Renováveis a função de elaborar um novo anteprojeto de lei florestal que melhor se ajustasse à realidade, representando ao mesmo tempo, o pensamento do governo atual no que concerne à política florestal brasileira.

Sob essa equipe delegada por Leme, o PL 4.494/1962 é revisto e chega-se então a elaboração de um novo projeto, o PL 2.874/1965, que instituía o novo Código Florestal. Cabe destacar que foram quinze anos de debates parlamentares para se chegar a esse último, a primeira iniciativa foi feita com o PL 1.230/1950, o qual foi arquivado, em seguida houve outra iniciativa, o PL 751/1955, também arquivado, em 1956 houve nova iniciativa com o PL 1.011, o qual também acabou sendo arquivado, até que em 9 de junho de 1965 o Ministro Hugo Leme envia a Exposição de Motivos nº 29, ao Presidente da República e esse documento oficial encaminhava o PL 2.874/1965, o qual foi aprovado

pelo parlamento brasileiro com apenas dois vetos, surgindo assim a Lei nº 4.771, de 16 de setembro de 1965, instituindo o novo Código Florestal.

Quando da alteração do Decreto nº 23.793/1934 para a Lei Federal nº 4.771/ 1965, o então ministro da agricultura, Hugo Leme, apresenta ao Congresso Nacional Brasileiro a Exposição de Motivos nº 29/1965, abordando, segundo o ministro, soluções adequadas para o problema florestal brasileiro que se encontrava em progresso agravamento, pela devastação das reservas florestais da época.

As alterações propostas por Hugo Leme contemplaram, dentre outras, a formação de parques, a definição de limites para Áreas de Preservação Permanente – APP, a imposição de disposições penais e processuais acerca da exploração florestal irregular, bem como, a criação de estímulos tributários aos proprietários rurais e ações de educação florestal à sociedade.

Código Florestal de 1965 e SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação

A criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) foi um grande avanço para a criação de áreas protegidas no Brasil. O diálogo sobre a necessidade de um sistema unificado deu-se em meio a conflitos entre ambientalistas e conservadores, que lutaram quanto às restrições e tipologias que deveriam ser implementadas através do sistema unificado. Enquanto o CF de 1934 já previa a criação de áreas protegidas, como as florestas modelo, florestas de rendimento e florestas protetoras, o CF de 1965 ampliou o número de áreas protegidas que poderiam ser criadas, que passou a contar com parques e florestas nacionais, reservas biológicas, reservas legais e áreas de proteção permanente. A criação do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), em 1967, e vinculado ao Ministério da Agricultura, tinha como objetivo implementar, gerir e fiscalizar as áreas protegidas propostas no código florestal vigente, responsabilizando-se pela fomentação do desenvolvimento da economia florestal. No entanto, com os diversos encontros internacionais sobre meio ambiente, assim como estudos realizados no país sobre a questão ecológica, em 1973 criou-se a Secretaria Especial de Meio Ambiente (SEMA), que, entre outras atribuições - como realizar as primeiras ações concretas sobre Educação Ambiental no país - passou a dividir com o IBDF a responsabilidade pela gestão e fiscalização da política brasileira de áreas protegidas. Após sua instituição, a SEMA estabeleceu um programa próprio de áreas protegidas, que a ela ficariam subordinadas, e que não eram contempladas pelo CF de 1965. Esta divisão na criação e gestão de áreas protegidas acarretou um duplo esforço do governo na gestão de áreas protegidas, assim como sobreposição em relação às tipologias geridas pelo IBDF.

Dessa forma, em 1979, o IBDF apresentou um estudo apontando a importância de promover maior ordenação no processo de criação de áreas protegidas, a partir de um sistema único e

integrado, e deu base para a proposição do primeiro Plano do Sistema de Unidades de Conservação do Brasil, no qual teve sua segunda versão revisada em 1982. Foi apenas em 1989, que o primeiro anteprojeto de lei foi entregue ao IBAMA, prevendo a criação de unidades de conservação em nove categorias, organizados em três grupos. Assim, o texto final do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), que levou 11 anos de discussões e acarretou diversas modificações no projeto, foi aprovado, prevendo a criação de doze categorias, organizadas em dois grupos – Unidades de Conservação de Proteção Integral e Unidades de Conservação de Uso sustentável. Os principais conflitos circundantes na criação de um sistema integrado, com a proposição de novas tipologias de conservação, foram questões sobre populações tradicionais, a participação popular no processo de criação e gestão das unidades de conservação, e a burocracia e gestão de indenizações para desapropriações. Com a instituição do SNUC, as principais áreas protegidas no país ficaram a cargo de gestão pela SEMA, e as APPs e RLs ficaram a cargo do IBDF, sendo contemplados através do CF de 1965.

Código Florestal de 2012

A discussão sobre a necessidade de um novo código florestal não ocorreu de uma hora para outra. Uma série de eventos contribuíram para que o Brasil se tornasse o maior exportador de commodities do mundo, evidenciando a necessidade de adaptar a política ambiental federal à nova realidade brasileira. Ao analisarmos a história dos códigos florestais brasileiros, é possível perceber que, tanto o CF de 1934, quanto o CF de 1965, foram instituídos com objetivos específicos, ligados ao desenvolvimento da economia brasileira. Durante a Era Vargas, os movimentos políticos e econômicos foram voltados a construção de um projeto político com o objetivo de modernização e urbanização. O primeiro código florestal brasileiro surgiu nesse cenário como instrumento de controle econômico, e não propriamente de proteção ambiental. Objetivando inserir o Brasil no panorama internacional, e fortalecer a indústria crescente, o CF de 1934 buscou regulamentar o uso florestal para o crescimento econômico industrial e urbano. O plano de desenvolvimento econômico de Vargas resultou em forte êxodo rural, dando-se prioridade à infraestrutura urbana em detrimento da infraestrutura rural. Na década de 1950, as políticas de urbanização e industrialização fortaleceram o poder de atração das cidades, onde o governo criou facilidades para a indústria, causando uma “discriminação” de investimentos para a agricultura. Os custos maiores no campo, em decorrência de investimentos no meio urbano, levaram produtores de diversas regiões do país a intensificar a agricultura e mecanizar a exploração agrícola. O início da mecanização na agricultura possibilitou maiores produções e produtividades, abrindo uma nova fronteira para o agronegócio: com o crescimento acelerado da população urbana, e a demanda por alimentos em crescimento, a expansão e intensificação agrícola tornaram-se essenciais para garantir o desenvolvimento. O êxodo

rural, como consequência do processo de urbanização, fez com que os agricultores buscassem métodos mais efetivos de trabalhar no meio rural, contribuindo fortemente para o aumento no uso de máquinas agrícolas (Vieira Filho, 2015).

Quando o segundo código florestal foi instituído, o país encontrava-se em um momento político e econômico diferente: em meio a um golpe militar, com vistas a um projeto político de modernização, o novo código florestal foi instituído como forma de garantir os investimentos estrangeiros no país, para construção de grandes obras. Essa adequação do novo código às políticas internacionais, deu-se em um momento em que o movimento ambientalista se encontrava fortalecido pelos diversos encontros internacionais sobre meio ambiente, e de que o Brasil se tornou signatário. Durante o regime militar, a agenda política voltada à modernização e industrialização, onde os acordos comerciais e o desenvolvimento econômico do país estavam atrelados à capacidade do Brasil gerir e proteger suas áreas florestais de maneira eficiente, mostraram-se determinantes para a estruturação do novo código. Mundialmente, diversos países já contavam com áreas protegidas e parques nacionais, tendência que foi tardiamente seguida pelo Brasil, e possibilitou a garantia do desenvolvimento econômico num contexto internacional.

Nesse período, onde os setor agrário já se mecanizava e crescia a cada ano, as pesquisas agrícolas, principalmente pesquisas que permitiram “desvendar os mistérios” do Cerrado – uso de fertilizantes e corretores de solo -, a expansão de área agriculturável na região Centro-Oeste, justamente como consequências das pesquisas agrícolas, e o aumento na disponibilidade do crédito rural, contribuíram para o crescimento da compra de insumos agrícolas, e foram determinantes para garantir o crescimento do setor (Vieira Filho, 2015). É em 1975 que o crédito rural alcança seu valor mais alto, com R\$105,2 bilhão de reais, impulsionando a modernização da agricultura, como política de desenvolvimento do setor. A figura 1 e 2 ilustram a evolução em produtividade, produção e área agriculturável de grãos e a evolução na produção total de carcaças (bovinos, aves e suínos), e contribui para o entendimento acerca da importância de o código florestal adaptar-se à nova realidade econômica do país (Alves, Contini, Gasques, 2008).

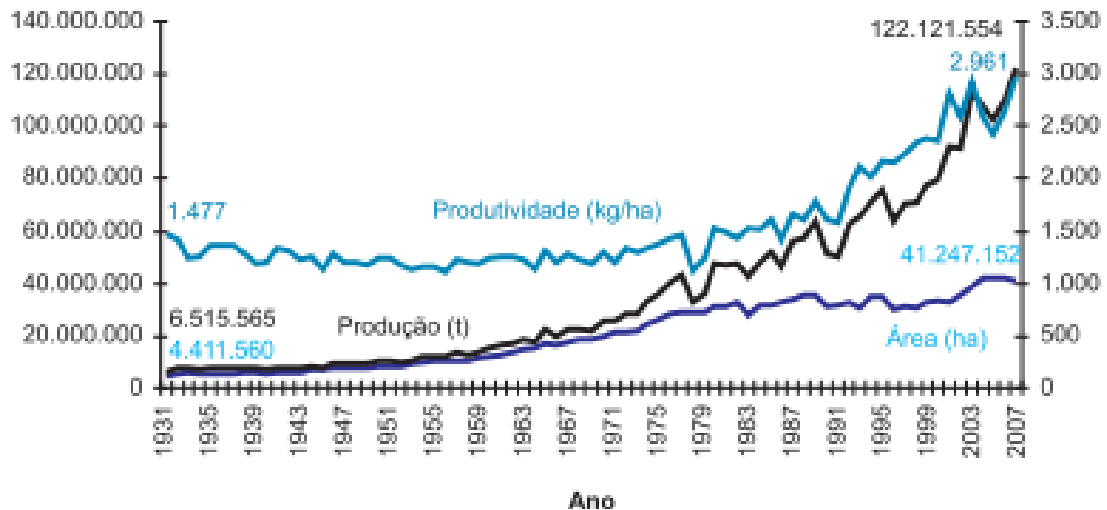


Figura 1: Evolução da produtividade, produção e área de cultivo de grãos no Brasil, no período entre 1931 e 2007 (IBGE, 2008).

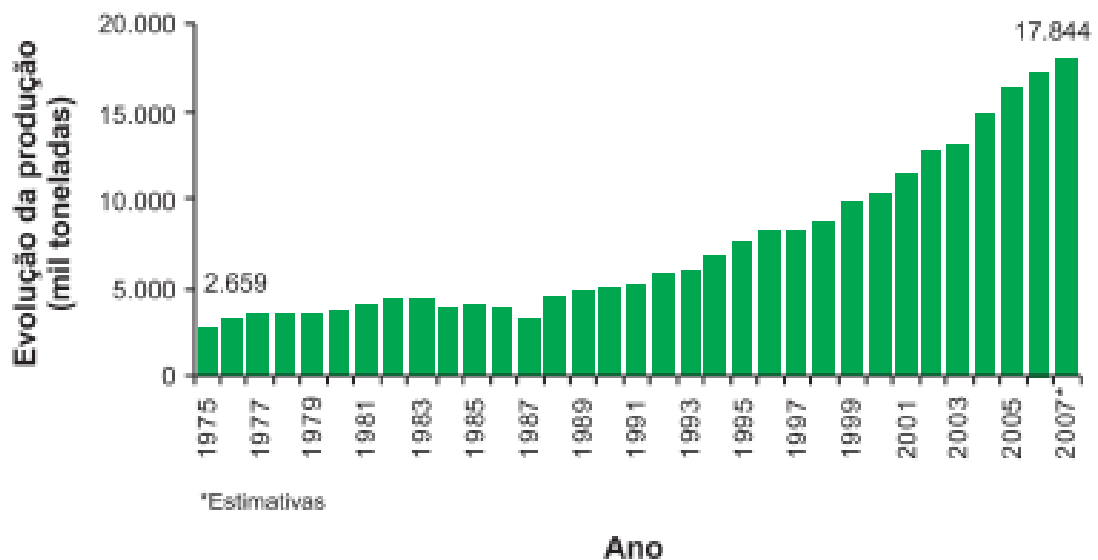


Figura 2: Evolução na produção de carcaças, no Brasil, no período entre 1975 e 2007 (IBGE, 2007 e Conab, 2007).

Outro aspecto importante foi o grau de abertura do setor agropecuário no mercado internacional – a relação percentual entre o valor das exportações sobre o PIB do país - na qual seu PIB passou de 2,67% em 1994, para 20,01% em 2006, enquanto o grau de abertura total da economia, em 2006, foi de 16,63%, abaixo do PIB do setor agropecuário. Em 1996, enquanto o PIB

do setor agropecuário apresentou superávit (Figura 3), o PIB da economia total obteve déficit. Esse cenário contribuiu para que o PIB do setor agropecuário se tornasse uma grande parcela do PIB brasileiro. Essas mudanças no setor permitiram que o Brasil se tornasse um dos maiores produtores agropecuários do mundo. No entanto, era necessário que o país se adaptasse a essa nova realidade, garantindo que o crescimento continuasse sem prejudicar o meio ambiente. Nesse contexto, é fundamental discutir a influência do Código Estadual do Meio Ambiente (CEMA), de Santa Catarina, instituído em 2009, na criação do novo código florestal. Apesar de não ser o primeiro código estadual do Brasil, a CEMA modificou as dimensões de proteção de áreas protegidas, as RLs e as APPs, com a justificativa de que a realidade do estado não era contemplada pelo CF de 1965. De acordo com os propositores da lei estadual, o Estado de Santa Catarina, por ter a agropecuária como principal fonte econômica, argumentaram que a legislação federal colocava em situação de ilegalidade 40% dos produtores de suínos e aves e 60% dos produtores de leite (Steiner, Junior, 2010). Essa situação de ilegalidade inviabilizava os produtores para obtenção de crédito rural, impedindo o desenvolvimento econômico no estado. Assim, com o CEMA, o estado diminuiu as áreas APPs em torno de cursos d'água, aumentando as áreas em morros e encostas. A justificativa para tal mudança foi a dificuldade ou impossibilidade de utilização de maquinários, e até mesmo força animal e humana, no desenvolvimento de atividades agrícolas em áreas com declividade maior que 45°. Outras modificações significativas trazidas pelo CEMA foram: pagamentos por serviços ambientais, visando proporcionar remuneração à proprietários que contribuem para a prestação de serviços ambientais para a sociedade; mudança no prazo para a concessão de licenciamento; permissão para continuidade de atividades existentes em áreas consolidadas; e conceituações específicas, que diferiam dos conceitos já existentes estabelecidos por outras leis (Steiner, Junior, 2010).

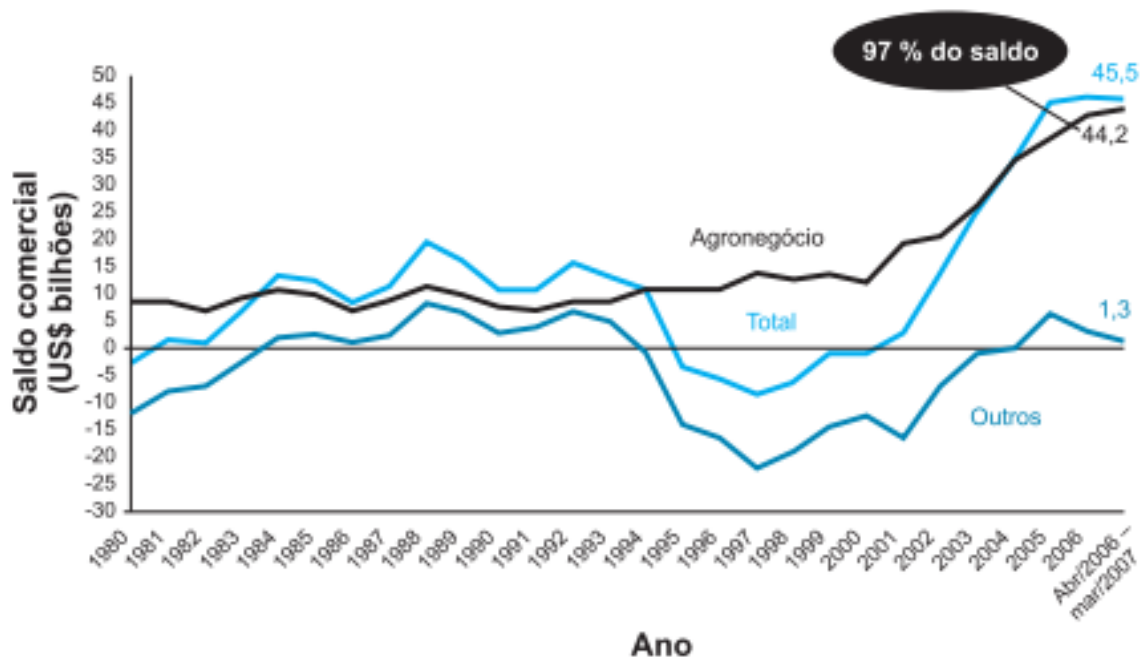


Figura 3: Saldo comercial do agronegócio brasileiro, no período de 1980 e 2007 (MAPA, 2008).

Quadro comparativo: CF 1965 e CFB 2012

Diante do contexto histórico apresentado, bem como as principais características de cada código florestal, abaixo apresentamos um quadro comparativo (tabela 1), com o objetivo de sintetizar as principais diferenças e semelhanças entre os dois códigos florestais, evidenciando mudanças que podem ser consideradas como um retrocesso, ou mudanças consideradas benéficas.

Tabela 1: quadro comparativo das principais diferenças e similaridades entre o CF de 1965 e o CFB de 2012 (autoria própria)

CF 1965	CFB 2012
Áreas de Preservação Permanente	
Com a função de manter o equilíbrio ecológico em diversas áreas, como no entorno de nascentes e águas naturais, topos de morros e áreas de declive, levando-se em conta as características hídricas, de relevo e vegetação, o CF de 1965 criou o conceito de Áreas de Preservação Permanente – APPs (Passos e Klock, 2019).	Tem-se uma melhor definição das APPs, e a delimitação de maiores faixa, por exemplo, as de corpos d'água, além de contemplar mais tipologias. Este código, aborda as faixas marginais de curso d'água natural perene e intermitente, lagos e lagoas naturais, reservatórios d'águas artificiais, nascentes, encostas, restingas, mangues, bordas de tabuleiros ou chapadas, topo de morro, áreas em altitude superior a 1.800 metros e faixas protetoras de veredas.
Conceituação	
Não contemplado.	Dispõe de diversas definições para a operacionalização da referida lei, tendo efeitos importantes nos setores produtivo, econômico e ambiental. Dentre as principais definições destacam-se: área rural consolidada; limpeza de área; pequena propriedade ou posse rural familiar; utilidade pública; interesse social; e atividades eventuais ou de baixo impacto.
Reserva Legal	
Em sua publicação não foi dotado da definição literal de Reserva Legal, o que ocorreu inicialmente foi a restrição do uso da terra em percentuais de 20% e 50% em determinadas regiões do país.	É ampliado o tamanho da RL podendo chegar a 80%, mas permite a exploração econômica delas de modo sustentável, e dá tratamento diferenciado para os casos em área rural consolidada, como já apontado anteriormente, além de permitir as APPs no computo da RL.
Incentivos Econômicos	
Tem-se incentivos econômicos para compensação pelas medidas de conservação ambiental com a isenção do Imposto Territorial Rural – ITR para proprietários rurais que tinham áreas com florestas sob regime de preservação permanente e as áreas com florestas plantadas para fins de exploração madeireira, bem como crédito para florestamento, reflorestamento ou aquisição de equipamentos mecânicos necessários aos serviços.	Incrementa os incentivos econômicos na forma de programa de apoio e incentivo à conservação do meio ambiente para a promoção do desenvolvimento sustentável. Como inovação, a referida lei traz o pagamento por serviços ambientais, incremento na compensação pelas medidas de conservação ambiental, incentivos as ações de recuperação, conservação e uso sustentável das florestas e demais formas de vegetação nativa, bem como programa de conversão de multas ambientais e a Cota de Reserva Ambiental – CRA.
CAR e PRA	
Não contemplado.	Traz o CAR como inscrição obrigatória para todos os imóveis rurais, formando uma base de dados muito importante para os órgãos gestores da flora no controle, monitoramento, planejamento ambiental e combate ao desmatamento, além de subsidiar as decisões do setor econômico. O PRA foi instituído com a finalidade de regularizar os imóveis rurais quanto ao cumprimento do código florestal na adequação das APPs e RL em especial.
Inventário Florestal Nacional	
Não contemplado.	A indicação da realização do Inventário Florestal Nacional - IFN pela União, conjuntamente com Estados e Distrito Federal com a finalidade de subsidiar a análise da existência e qualidade das florestas do País, em imóveis privados e terras públicas
Instrumentos de Comando e Controle	
Tanto a Lei Federal nº 4.771/1965, quanto a Lei Federal nº 12.651/2012 abarcam vários instrumentos de comando e controle, tais como a fiscalização ambiental, a proibição do uso do fogo, a regulação especial para grandes consumidores de recursos florestais e o controle do desmatamento. Mas o CFB de 2012 inova com a obrigatoriedade de inscrição no CAR para todos os imóveis rurais, e cria o Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos de Origem Florestal – SINAFLO.	

Delimitação metodológica de pesquisa

A presente pesquisa trata-se de uma pesquisa exploratória bibliográfica-documental. De acordo com Gil (2002), a pesquisa exploratória objetiva maior familiaridade com o tema investigado, na qual geralmente se realiza através de levantamento bibliográfico. Para o tema da pesquisa, que objetivou investigar, através de uma abordagem histórica, influências políticas, sociais, econômicas e ambientais na elaboração do CF de 1965 e CFB de 2012, por tratar-se de discutir uma lei, utilizamos também o levantamento documental. A pesquisa bibliográfica consiste em levantamento de bibliografia pertinente para a investigação do tema, através de livros, periódicos e artigos científicos, e a pesquisa documental, apesar de apresentar similaridades com a pesquisa bibliográfica, diferencia-se desta por meio do uso de documentos “de primeira mão”, constituídos por documentos conservados em órgãos ou plataformas públicas, que não receberam tratamento analítico (Gil, 2002).

Para a pesquisa documental, buscamos em documentos governamentais oficiais informações sobre as leis florestais que já estiveram vigentes no país. Através de sites governamentais oficiais (planalto.gov.br, jusbrasil.com.br e camara.leg.br), realizamos o levantamento das leis e medidas provisórias delas. Para realização da pesquisa bibliográfica, buscamos artigos científicos, principalmente, que discorrem sobre as principais diferenças entre os códigos já instituídos. As buscas para a pesquisa bibliográfica foram realizadas na base de dados *Google Scholar*, para os artigos científicos e publicações sobre os códigos florestais, bem como informações sobre dados do crescimento do agronegócio.

Considerações Finais

A evolução do CF, apresentado aqui com enfoque em suas versões de 1965 e 2012, evidenciam os interesses políticos e econômicos na regulamentação florestal, durante cinco décadas. Os conflitos resultantes das diferentes visões de proteção, conservação e desenvolvimento atravessaram, e ainda atravessam, a política florestal brasileira. O objetivo do trabalho, ao apresentar os principais momentos históricos políticos e ambientais, é justamente provocar o leitor acerca de reflexões do que virá nos anos que nos sucedem. A seguir, apresentamos em subseções comentários sobre as diferenças e similaridades entre os dois códigos, como forma de visualizar efetivamente os significados por trás de cada modificação significativa no código de 2012.

Áreas de Preservação Permanentes

Ao mesmo tempo que o CFB de 2012 define melhores faixas de APPs, ele dá a possibilidade de tratamento diferenciado nesses ambientes. Para as áreas em que houve o uso alternativo do uso do

solo anterior a 22 de julho de 2008, permite, por exemplo, faixas menores de APPs das impostas quando da vigência do CF de 1965.

Conceituação presente no CF de 1965 e CFB de 2012

O CFB de 2012 traz a definição de áreas rurais consolidadas, que são aquelas em que as intervenções na flora ocorreram anteriores a 22 de julho de 2008, com a substituição da vegetação nativa por outro tipo de ocupação do solo (benfeitorias, construções, atividades agrossilvipastoris etc.). Assim, com este código foram regularizadas todas essas intervenções, que antes eram infrações ambientais no CF de 1965.

Na prática, o código atual permite em áreas rurais consolidadas a continuidade de atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em APPs e desobriga os imóveis rurais até 4 módulos fiscais a recompor o percentual de RL faltante, vedada a supressão de novas áreas. Assim, tem-se uma redução nas áreas de uso restrito, perdendo os benefícios ambientais destas áreas.

A revogação do CF de 1965 adentrou em políticas agrárias e sociais, quando traz no novo código a definição e o tratamento especial para a agricultura familiar, na figura da pequena propriedade ou posse rural familiar, aquela explorada mediante o trabalho pessoal do agricultor familiar e empreendedor familiar rural, incluindo os assentamentos e projetos de reforma agrária, e que atenda ao disposto no art. 3º da Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006 (Estatuto da Terra). Como tratamento diferenciado, pode-se apontar a dispensada do percentual de RL em área rural consolidada, o registro gratuito da RL, bem como apoio técnico e jurídico pelo poder público aos proprietários de pequena propriedade ou posse rural familiar.

O CF de 1965 deu tratamento diferenciado a determinadas intervenções na flora, o chamado interesse público, como, por exemplo, as medidas com o fim de prevenir ou erradicar pragas e doenças que afetem a vegetação florestal. Já o CFB de 2012, amplia tal definição para utilidade pública e interesse social.

Das intervenções ambientais classificadas como utilidade pública ou interesse social, destacam-se as obras de infraestrutura destinadas às concessões e aos serviços públicos de transporte, sistema viário, inclusive aquele necessário aos parcelamentos de solo urbano aprovados pelos municípios, saneamento, gestão de resíduos, energia, telecomunicações, radiodifusão, instalações necessárias à realização de competições esportivas estaduais, nacionais ou internacionais, bem como mineração. Neste último caso, exceto a extração de areia, argila, saibro e cascalho, implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e de efluentes tratados para projetos cujos recursos hídricos são partes integrantes e essenciais da atividade, as

atividades de pesquisa e extração de areia, argila, saibro e cascalho, outorgadas pela autoridade competente; dentre outras.

Com o enquadramento de uma atividade em utilidade pública ou interesse social, ela tem tratamento diferenciado na regulação das intervenções florestais, como por exemplo, a possibilidade de supressão de vegetação nativa em APP, o que não é permitido para as atividades não listadas nestas categorias, nem tão pouco foi listado no CF de 1965. Assim, viabiliza-se economicamente a execução de tais atividades, dando maior segurança jurídica aos exploradores de recursos florestais. Por outro lado, “abre-se uma porta” para a inclusão de demais atividades, ampliando a possibilidade de abertura de novas áreas, podendo assim reduzir a qualidade ambiental de vários ecossistemas locais. Um exemplo disto, é a inclusão da atividade “barragem de irrigação em áreas de vereda” como utilidade pública. Este é um assunto muito recorrente nos discursos da bancada ruralista para ampliar a possibilidade de reservar água para irrigação.

Analogamente ao interesse social e a utilidade pública, o CFB de 2012 institui as atividades eventuais ou de baixo impacto ambiental, uma definição trazida da Resolução CONAMA nº 36/2006, que abarca atividades como a implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e efluentes tratados, desde que comprovada a outorga do direito de uso da água, quando couber. Aparado nesta definição, o referido código florestal torna regularizável as intervenções em APP, e o tratamento diferenciado em intervenções em RL, conforme Art. 8º do CFB de 2012, o que não era possível com o código anterior. Novamente, a inclusão desta conceituação viabilizou diversos empreendimentos do setor produtivo, dando maior segurança jurídica a essas atividades, contribuindo para a economia do país.

Reserva Legal

O código de 1965 apenas definiu tamanhos de RL, já o legislador do código de 2012 abriu uma possibilidade de regularização da reserva legal, para aquelas com extensão inferior ao estabelecido na referida lei, podendo ocorrer por recomposição, regeneração natural da área, ou compensação.

Tais medidas foram uma flexibilização da lei florestal, facilitando a regularização quanto ao déficit de reserva legal nos imóveis rurais (Silva e Ranieri, 2014). Em contrapartida, a compensação permitiu a alocação flexível da RL no mesmo bioma, que agravaram o crescimento de vastas áreas com baixa cobertura vegetal nativa, concentrando-as em regiões com menor valor da terra devido a sua viabilidade econômica (Ferreira et al., 2019; Silva e Ranieri, 2014).

Ferreira et al. (2019) aponta que os maiores valores de mercado das terras imobilizadas no cerrado brasileiro encontram-se ao sul deste bioma, nas microrregiões de Moji-Mirim/SP, Limeira/SP, Pirassununga/SP, e São João da Boa Vista/SP, logo são as microrregiões com menores

áreas de uso restrito (APP e RL). O inverso também é verdade, pois os menores valores encontram-se ao norte do cerrado, onde estão as maiores áreas de uso restrito. Por um lado, tal fenômeno favorece, ao norte do cerrado, a redução dos efeitos da biogeografia de ilhas, dando a possibilidade da criação de corredores ecológicos e conectividade de florestas, ocasionando impactos ambientais positivos para o ecossistema local (Mazzer, 2021; Silva e Ranieri, 2014). Já no sul-cerrado, têm-se maiores áreas produtivas disponíveis, que até favorecem a economia local (Silva e Ranieri, 2014), mas criam fragmentos de vegetação nativa isolados, dificultando a possibilidade da criação de corredores ecológicos, reduzindo assim a biodiversidade e a qualidade ambiental nesta região. Um ponto interessante, que sugerimos uma investigação paralela, é o surgimento de um “mercado” de RL na região do MATOPIBA. Como o valor da terra nessa região ainda está muito abaixo das terras no Sudeste, diversos produtores procuram terras nesta região como forma de compensar a RL. No entanto, atualmente, diversos proprietários na região do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia (MATOPIBA) estão deixando de vender suas terras para compensação de RL, contribuindo para uma espécie de “especulação” de terra para áreas de RL.

Incentivos econômicos

No CFB de 2012 é evidente o peso da influência política do agronegócio brasileiro, a chamada bancada ruralista, uma vez que os incentivos econômicos trazem benefícios para este setor em detrimento de outros setores da economia do Brasil. Pode-se destacar, por exemplo, o crédito agrícola com taxas de juros menores, seguro agrícola, dedução do ITR, linhas de financiamento especiais, isenção de impostos para os principais insumos e equipamentos. Em 2015 o crédito rural atingiu aproximadamente 185 bilhões de reais (Freitas e Santos, 2017), o que representou 52,2% do Produto Interno Bruto – PIB do Brasil (IPEA, 2019).

O Cadastro Ambiental Rural – CAR e o Programa de Regularização Ambiental – PRA

O CAR se mostrou a maior inovação trazida para a legislação florestal em 2012, tendo consequências positivas para a regulação do uso dos recursos florestais, bem como para as políticas ambientais.

Com os dados do CAR é possível identificar nos imóveis rurais as APPs, RL, os usos consolidados, os remanescentes de vegetação, as lâminas d'água, enfim, todo o uso e ocupação do solo, sendo então uma excelente ferramenta para a gestão da exploração florestal, bem como para os órgãos ambientais nos processos de licenciamento ambiental de atividades agrosilvipastoris e demais exploradores de recursos florestais.

No processo de inscrição no CAR, o proprietário rural poderá aderir ao Programa de Regularização Ambiental – PRA, sua adesão garante a suspensão das sanções administrativas em decorrência de intervenções ambientais irregulares em APPs, RL e áreas de uso restrito, ocorridas anteriores a 22 de julho de 2008.

Os proprietários rurais que têm adesão ao programa não estão sujeitos a recuperação das áreas com déficit de vegetação, enquanto não for regulamentado o PRA, nem tão pouco estão sujeitos às sanções administrativas, impedindo o aumento da biodiversidade dos ecossistemas e melhora da qualidade ambiental.

Poucos estados brasileiros conseguiram avanços significativos na efetivação do PRA, em Minas Gerais, por exemplo, a sua regulamentação só ocorreu nove anos após a publicação do CFB de 2012 (IEF, 2021).

Inventário Florestal Nacional

Outra inovação importante do código florestal de 2012 foi o IFN, porém, atualmente, somente os Estados do Alagoas, Ceará, Distrito Federal, Espírito Santo, Paraíba, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Rondônia, Santa Catarina e Sergipe tem os seus inventários florestais. Ou seja, apenas 44,44% das unidades federativas atingiram o propósito do código num período de nove anos (MAPA, 2021).

O IFN é um levantamento de dados em campo, a nível nacional, portanto, a sua realização tem custo elevado. Seu objetivo é “de trazer um conjunto único de dados para contribuir na formulação de políticas públicas e projetos de uso e conservação dos recursos florestais” (MAPA, 2021).

Não há dúvidas que o IFN é outra ferramenta importante para os órgãos gestores da flora, mas pelo período considerável da vigência do CFB de 2012, e pelo custo elevado para a realização de um inventário florestal, não será surpresa se outros inventários não forem feitos, especialmente se levamos em conta a crise econômica em que o Brasil tem passado.

Ao explicitar os diversos fatores envolvidos na promulgação de ambas as leis, assim como as diferenças entre ambas, é possível vislumbrar onde o desenvolvimento irá nos levar, ao olharmos para o panorama econômico, político e ambiental atual, e quais serão as intenções efetivas por trás de um “novo, novo” código florestal brasileiro?

Agradecimentos

Nós agradecemos ao professor Alexandre Nascimento de Almeida, da Universidade de Brasília, e ao programa de mestrado profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua, por possibilitar a extensão do conhecimento e aprendizado em um momento social, político e educacional tão delicado quanto o que vivemos agora.

Referências Bibliográficas

Alves, E. R. A.; Contini, E.; Gasques, J. G. 2008. Evolução da produção e produtividade da agricultura brasileira. Revista Agricultura Tropical – EMBRAPA, Capítulo 2, p. 67-98.

Brasil. Lei Federal n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Código Florestal. Brasília, DF: 25 maio 2012.

Ferreira, R. R. M. et al. 2019. Estimativa do valor de mercado das Áreas Reserva Legal e de Preservação Permanente no bioma cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 48., 2019, Campinas, SP. Anais... Campinas, SP: SBEA, 2019. CONBEA. 4p.

Freitas, R. E.; Santos, G. R. Crédito agrícola no Brasil: trajetória recente, desafios e oportunidades. Boletim Regional, Urbano e Ambiental. IPEA. 2017.

Gil, A. C. 2002. Como classificar as pesquisas. *Como elaborar projetos de pesquisa*, v. 4, p. 44-45.

Guha, R. 2000. Environmentalism: a global history. New York: Longman.

Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas. Carta de Conjuntura n° 43 – 2° trimestre de 2019. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9286/1/cc_43_nt_evolu%C3%A7%C3%A3o%20do%20cr%C3%A9dito_rural.pdf >. Acesso em 03 de junho de 2021.

Instituto Estadual de Florestas. Governo anuncia decretos do PRA e do Tratamento de Resíduos, e entrega caminhonetes. Disponível em: < <http://www.ief.mg.gov.br/noticias/3270-governo-anuncia-decretos-do-pra-e-do-tratamento-de-residuos-e-entrega-caminhonetes> >. Acesso em 03 de junho de 2021.

Lorenzetti, L. et al. 2008. Estilos de pensamento em Educação Ambiental: uma análise a partir das dissertações e teses. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/91657>. Acesso em: 14 ago. 2020.

Mazzer, A. M. 2021. Aspectos da Ecologia da Paisagem da Ilha do Campeche (Florianópolis-SC): Uma Contribuição ao Manejo Insular. Disponível em: < <file:///C:/Users/usuario/AppData/Local/Temp/181399.pdf> >. Acesso em 31 de maio de 2021.

Mccormick, J. 1992. Rumo ao paraíso: a história do movimento ambientalista. Rio de Janeiro: Relume-Dumará.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Serviço Florestal Brasileiro. Disponível em: < <https://www.florestal.gov.br/resultados> >. Acesso em 29 de maio de 2021.

Passos, B. P.; Klock, A. B. 2019. Análise comparativa do antigo e o Novo Código Florestal: progresso ou retrocesso? Revista

Direito Ambiental e sociedade, v. 9, n. 2, maio/ago. 2019 (p. 299-316).

Silva, J. S. da; Ranieri, V. E. L. 2014. O mecanismo de compensação de reserva legal e suas implicações econômicas e ambientais. Revista Ambiente & Sociedade. São Paulo v. XVII, n. 1. p. 115-132.

Steiner, A. A., & Júnior, C. C. 2010. O código ambiental catarinense sob as dimensões da sustentabilidade. Revista Estudos, 14(14), p. 111-143.

Vieira Filho, J. E. R. 2015. Expansão da fronteira agropecuária brasileira: Desafios estruturais logísticos. Boletim regional, urbano e ambiental – IPEA. p. 37-48.

A DIMENSÃO ESPACIAL DA SUSTENTABILIDADE: MOBILIDADE URBANA E DIÁLOGOS POSSÍVEIS

| ID 18852 |

1Eloisa Carvalho de Araujo; 2 Ana Carolina Cruz Morais Aguiar

1Universidade Federal Fluminense e-mail: eloisacarvalhoaraujo@id.uff.br; 2Universidade Federal

Fluminense e-mail:accmaguiar@id.uff.br

Palavras-chave: Planejamento; Cidade de Niterói; Mobilidade Urbana Sustentável.

Resumo

Neste artigo discute-se como a questão ambiental vem sendo abordada no Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (PMUS), a partir do conceito de sustentabilidade. Objetiva-se destacar alguns aspectos relevantes para a compreensão da importância da temática da sustentabilidade ambiental no meio urbano e sua apropriação no instrumento de planejamento municipal, supracitado, seja direcionada a qualidade de vida dos munícipes, aos cenários de múltiplas escalas, à produção do espaço urbano, políticas públicas e ao enfrentamento destas questões pela gestão pública. A discussão centra-se na dimensão espacial da sustentabilidade, para compreensão de como a questão ambiental e o fenômeno urbano podem contribuir para o planejamento e gestão de cidades. A partir de pesquisa exploratória, de caráter descritivo analítico, buscou-se analisar o plano, por uma abordagem investigativa e perceptiva. Considerou-se para tal uma visão de cidade integrada à sua região, onde o conceito de sustentabilidade apresenta-se intimamente relacionado à compreensão do processo de integração territorial e, em especial das conexões intra e interurbanas. A análise do plano referenciado tem como intuito identificar alguns encaminhamentos adotados para minimizar os impactos no uso do solo, no meio ambiente e no trânsito. Buscou-se compreender a hierarquização das proposições e seu rebatimento no espaço e tempo e, sobretudo, um alinhamento com a dinâmica das transformações no solo urbano, na cidade, seus conflitos e potencialidades. Apesar do plano se comprometer em incentivar conexões com outros modais, o desafio posto está relacionado a dimensão espacial da sustentabilidade com as variações que o próprio tema de mobilidade urbana impõe. E é neste sentido que a investigação prossegue.

Introdução

Um enfrentamento contemporâneo para entender o urbano e suas formas é a Paisagem. E a dimensão espacial da sustentabilidade, considerando a cartografia da cidade expressa em diferentes escalas de análise, permite uma compreensão maior da problemática e das potencialidades de leitura e interferência. E na discussão proposta neste trabalho, originada de um processo de pesquisa continuada, o tema da sustentabilidade urbana e sua interação com a paisagem no urbano são categorias cujo comportamento precisa ser investigado.

A proposta do presente artigo é discutir como a questão ambiental vem sendo tratada nos instrumentos de planejamento do município de Niterói, especificamente, o Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (PMUS), a partir do conceito de sustentabilidade. E tem como objetivo destacar alguns aspectos relevantes para a compreensão da importância da temática da sustentabilidade ambiental no meio urbano e sua apropriação no instrumento de planejamento municipal, supracitado, seja direcionada a qualidade de vida dos munícipes, aos cenários de múltiplas escalas, à produção do espaço urbano, políticas públicas e ao enfrentamento destas questões pela gestão pública.

As discussões acerca da temática ambiental começam a ganhar expressão a partir da Conferência Mundial de Estocolmo, na Suécia, realizada em 1972, que teve como premissa principal a produção de documento intitulado Declaração sobre Ambiente Humano, ou Declaração de Estocolmo, que estabeleceu princípios para questões ambientais internacionais, ressaltando que as gerações futuras e a população mundial teriam o direito de viverem em um ambiente com saúde e sem degradações. Em decorrência formula-se nos anos de 1980, pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada a partir da Conferência de Estocolmo, o relatório Nosso futuro Comum, também chamado de Relatório Brundtland (em referência a Gro Harlem Brundtland, ex-primeira-ministra da Noruega), que incorporava o conceito de desenvolvimento sustentável para se referir ao crescimento econômico que priorizava a preservação do meio ambiente. Segundo o relatório em questão, Desenvolvimento Sustentável pode ser definido como aquele que ressalta o potencial de convergir as necessidades do presente, sem comprometer a possibilidade das futuras gerações em se apoiar em recursos que satisfaçam suas necessidades (Guaragni, 2006).

A partir dos estudos realizados pelo economista Ignacy Sachs (2004;2009) o conceito de desenvolvimento sustentável, derivado do conceito criado por Maurício Strong de ecodesenvolvimento, passou a reverberar no desenho de políticas públicas, privilegiando a integração dos campos disciplinares da ecologia, sociologia e economia dentro de uma realidade a ser requerida pelo planejamento das cidades. Segundo Montibeller Filho (1993) este conceito foi

introduzido por Maurice Strong, quando secretariou a Conferência de Estocolmo e posteriormente difundido por Ignacy Sachs. Em outras palavras o autor enfatiza a necessidade de se encaminhar a compreensão do desenvolvimento sustentável como fator de equilíbrio entre proteção ambiental e crescimento econômico, contemplando, segundo pilares do desenvolvimento as cinco dimensões de sustentabilidade: social; econômica; ecológica; espacial ou geográfica; e cultural.

Para Sachs (2009 a e b), o desenvolvimento sustentável vislumbra a possibilidade de introduzir, em contextos de diversidade socioeconômica e ecológica e de múltiplas escalas, novos modos de viver o presente, novas visões de futuro em consonância com os valores ambientais e com a justiça social.

No presente artigo, iremos centrar a discussão na dimensão espacial da sustentabilidade, pelo viés da mobilidade e da paisagem como suporte para compreensão de como a questão ambiental e o fenômeno urbano podem contribuir para o planejamento e gestão de cidades. Esta dimensão, segundo Sachs (2004), tem seu foco baseado na descentralização espacial, na democratização do poder local e regional e na relação mais equilibrada entre centro / periferia, considerando fluxos e conexões.

No cenário mundial, o planejamento da mobilidade vem se consolidando como um potente ferramental de gestão do território. O que de certa forma, confere ao mesmo tratar diversos problemas urbanos como o uso e ocupação do solo, o surgimento de novas centralidades, o fenômeno do espraiamento urbano e sua interação com a paisagem no urbano, onde a questão ambiental não pode ser desvinculada das ações e necessidades humanas. E, segundo Veiga (2010) tais aspectos configuram-se como desafios ao desenvolvimento sustentável, no século XXI. A necessidade de integrar bairros e interligar cidades aumentam a possibilidade de mobilidade social, sem deixar de considerar a promoção do acesso à habitação, a reestruturação de áreas de expansão, à qualificação e integração dos territórios da habitação social, em uma verdadeira perspectiva de criação de um contínuo urbano.

Na realidade se a rede de mobilidade de uma cidade e/ou região deve ser considerada como um elemento estruturante da gestão pública, esta não deve ser desassociada da necessária articulação com os demais temas responsáveis por operar as funções urbanas. Nesse sentido a ideia força que se sobressai apoia-se no sentido de alinhar ao sistema de mobilidade o tripé sustentabilidade – aplicabilidade – alcance, com melhorias que poderão ser reproduzidas no âmbito do espaço urbano/regional, real ou idealizado.

Tendo em vista o crescimento urbano e o processo de ocupação, em curso, na região, sem contar com a condição de atratividade que a cidade exerce no contexto regional, o modelo de mobilidade adotado, até o momento, acabou por gerar consequências na distribuição da população,

na oferta de emprego e no aumento do tempo dos deslocamentos dos trabalhadores. A análise do plano referenciado tem como intuito identificar alguns encaminhamentos adotados para minimizar os impactos no uso do solo, no meio ambiente e no trânsito.

Com o agravamento da crise urbana no país e sua repercussão nas questões sociais, ambientais políticas e econômicas torna-se fundamental aliar desenvolvimento urbano às questões relacionadas à transporte e trânsito, uma vez que em um contexto de redes técnicas, tais sistemas são regulados e responsáveis por operar as principais funções urbanas nas cidades. O quadro legal/institucional brasileiro que trata desta matéria pode ser reportado às seguintes leis: A Constituição Federal de 1988, o novo Código de Trânsito Brasileiro - Lei nº 14.071/2020, a Lei Federal 10.257/2001 - Estatuto da Cidade e a Política Nacional de Mobilidade Urbana, Lei 12.587/12.

A partir dos anos de 2001, com regulamentação da Lei Federal do Estatuto da Cidade, passa a ser requerido associar a questão ambiental aos instrumentos de planejamento e controle municipais, de forma a contribuir para aprimorar os modos de planejar, gerir e produzir as cidades.

Outra referência importante, o Guia Planmob (2014), lançado pelo governo federal, em sequência a Lei Federal 12.587/12, sinaliza que a diferenciação entre escalas de planejamento muito significa para o sucesso de um plano de mobilidade.

“As cidades caracterizadas como polos regionais apresentam maior dinâmica interna, tanto nos fluxos internos como nas relações com os municípios vizinhos. Em função disto criam conexões intermunicipais mais fortes, que geram maior movimentação de pessoas e de mercadorias e que vão demandar uma estrutura pública por infraestrutura e serviços (terminais, rodovias, sistemas de transporte coletivo etc.). Consequentemente, a gestão da mobilidade urbana tem que tratar tanto dos deslocamentos intramunicipais como intermunicipais no âmbito da região polarizada. (...) Por outro lado, a proximidade e a conurbação ampliam a incidência de deslocamento intermunicipais cotidianos, por todas as modalidades de transporte, exigindo a provisão de uma infraestrutura física e de serviços impossível de ser atendida pelas prefeituras”. (Planmob, 2014, p. 59,60)

De acordo com estudos do IPEA (2016), mobilidade urbana sustentável deve ser entendida como um conceito mais amplo do desenvolvimento sustentável, comprometendo-se com a promoção do equilíbrio entre anseios da população e a proteção ambiental.

“A satisfação das necessidades humanas implica que os bens e serviços têm de ter oferta disponível e compatível com as demandas da população, e essa oferta tem de apresentar estabilidade e regularidade ao longo do tempo. Tudo isso de forma que o impacto ambiental não comprometa a capacidade futura de satisfação das demandas das próximas gerações. Dessa forma, assim como se trabalha o desenvolvimento sustentável nas três dimensões principais

– econômica, social e ambiental –, o mesmo pode ser feito em relação aos sistemas de mobilidade. Trazendo essas dimensões para o campo da mobilidade urbana, podem-se delinear os pressupostos básicos de uma mobilidade urbana sustentável, nos quais a proteção ambiental, a sustentabilidade econômica e a justiça social se tornam condicionantes importantes no processo de planejamento”. (IPEA, 2016, p. 17)

É fato que os Planos Diretores e os Planos Setoriais estão diretamente ligados ao processo de urbanização das cidades. Este processo de urbanização vem acontecendo de forma mais acelerada no âmbito do território em destaque, a partir dos anos de 1970, com a fusão do antigo Estado do Rio de Janeiro com o Estado da Guanabara, com a institucionalização da Região Metropolitana do Rio de Janeiro e com a implantação da ponte Rio-Niterói (Ponte Presidente Costa e Silva). Revisitar este território hoje, a partir da leitura proposta, significa tratá-lo como um território unificado e fragmentado. Cujos modos de reconhecer sua trajetória passa por uma análise multiescalar, mas também valorizada pelo modo de pensar suas transformações incorporando a Paisagem como suporte, no âmbito das escalas local e regional.



Figura 01: Niterói e seu entorno imediato.

Fonte: Mapa Michelin - https://www.viamichelin.pt/web/Mapas-plantas/Mapa_planta-Niteroi--Rio_de_Janeiro-Brasil

A cidade de Niterói, insere-se na porção leste da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, possui um território de 129,3 Km², PIB per capita de R\$ 46 202,31 mil, IDHM de 0,837 e uma população estimada para 2020 de mais de 515 mil pessoas. Estimativas ainda a serem confirmadas apresentam um quadro preocupante em relação à gestão de problemas ligados a saturação do sistema de transporte na cidade, com repercussão no campo da mobilidade urbana. Pela proximidade com a cidade do Rio de Janeiro, capital do Estado, Niterói está habituada a receber carros, motocicletas e transportes coletivos dos municípios vizinhos, seja para permanecerem por ali, seja para atravessarem para a próxima cidade. Além disso, a constante movimentação da área, combinada ao poder aquisitivo de sua população, é um incentivo à utilização de transporte individual, somado a intensificação de uso de aplicativos de transporte, seja para explorar a cidade, seja para garantir o fluxo de passageiros e mercadorias.

Segundo Maricato (2011, p.176), *“o rumo tomado pelo crescimento das cidades impôs a necessidade do automóvel, mas como qualquer outro produto de consumo industrial, e mais do que qualquer outro, ele não escapa ao fetichismo da mercadoria”*. Para a autora, o carro continua sendo um desafio à concepção de planos de mobilidade urbana de qualquer cidade no Brasil e no mundo. E nesse aspecto, as distâncias físicas deixaram de ser relevantes e aumentou-se as possibilidades de articulação entre pessoas, mercadorias, cidades e regiões. Atenção especial deve ser dada a essa dominação exercida por esta matriz automobilística.

O Plano de Mobilidade Urbana Sustentável de Niterói foi elaborado com o objetivo de projetar as intervenções que orientarão o planejamento da rede de mobilidade do Município para a década de 2020. A conceituação de mobilidade sustentável adotada no Plano incorpora a preocupação com os principais sistemas urbanos (PMUS, Relatório I, 2019, p.30) *“é vista partir de um campo socioeconômico e ambiental”*, com rebatimento no uso e ocupação do solo, na gestão de transportes, e atenta aos impactos das tecnologias de transporte sobre o meio ambiente. A partir de cenários prospectivos, para 2020, 2025 e 2030 alternativas técnicas idealizadas buscaram qualificar os deslocamentos da população niteroiense, com foco em soluções sustentáveis para a mobilidade urbana. Dentre as soluções de mobilidade urbana apresentadas pelo PMUS podemos citar o alargamento de vias para criação de faixas exclusivas para ônibus, a adoção do conceito BHLS (*Bus with high level of service*) – troncalização do sistema de ônibus convencional em áreas específicas da cidade, o reordenamento de linhas de ônibus convencionais, a ampliação da rede de ciclovias, o ordenamento viário através da abertura de novas vias e a requalificação urbanística e paisagística de calçadas, calçadões e praças. Tais iniciativas visam proporcionar a imagem de um serviço de transporte moderno, acessível, fácil de utilizar, integrado à estrutura urbana e calcado no reconhecimento de ideias orientadas pela adoção de mudanças tecnológicas e culturais.

A síntese dos fluxos, apresentada no mapa a seguir, revela por um lado o esgotamento viário e por outro a complexidade das ligações interurbanas, o diálogo com o entorno metropolitano e a importância de uma análise multiescalar. Observa-se, contudo, o reconhecimento da paisagem urbana como um sistema integral e dinâmico determinado pela reação dela às atividades antrópicas, com efeitos na saúde dos ambientes urbanos, como um todo. Portadora de sentidos, a paisagem passa a ser alvo do planejamento e incorporada aos modos de tratar a mobilidade urbana.



Figura 02: Síntese dos Fluxos.

Fonte: PMUS, 2019 (Relatório II – Diagnóstico, p. 158)

A proposta analisada compreendeu abordagem em três escalas, o que valoriza a percepção de Niterói como uma cidade metropolitana. A escala microscópica, com direcionamento de viagens curtas e ao transporte ativo, na escala mesoscópica abrangendo viagens de distâncias médias, utilizando transporte motorizado e as modalidades coletivas, e por fim, escala macroscópica que engloba outras escalas, dependente de uma rede estruturante de transporte coletivo de média e alta capacidade.

Essa visão reforça a adoção da paisagem “*como categoria complexa, base para o ordenamento territorial, o planejamento e a gestão ambiental*” (Vicens, 2012, p. 195), resultante da ação antrópica sobre os territórios associados às três escalas analisadas. Como unidade síntese do território, a paisagem, a partir de uma abordagem multiescalar, propicia leitura atenta aos impactos que a mobilidade urbana exerce, fruto das demandas do desenvolvimento regional e local.

Metodologia

A investigação inicial foi apoiada em revisão de literatura sobre o tema e no âmbito do PMUS de Niterói deu-se a partir da plataforma online, oferecida pela Prefeitura Municipal de Niterói, onde é possível ter acesso ao caderno de síntese do plano e outros documentos como relatórios e minutas de leis. O caderno apresenta linguagem acessível e imagens diversas em variadas formas de representação. Sua divulgação e socialização do seu conteúdo vem se dando por redes sociais e em audiências públicas.

A partir de pesquisa exploratória, de caráter descritivo analítico, buscou-se analisar o instrumento referenciado, considerando também a percepção e conhecimento adquirido pelas autoras sobre a cidade e a região, e sua relação com o tema da mobilidade.

Considerou-se para tal uma visão de cidade integrada à sua região, onde o conceito de sustentabilidade, em sua dimensão espacial, apresenta-se intimamente relacionado à compreensão do processo de integração territorial e, em especial das conexões intra e interurbanas.

(...)a visão de uma cidade integrada, com vitalidade e sustentabilidade, deve primar pela oferta de espaços públicos não somente destinados a espaços de circulação, mas, sobretudo, como espaços que compartilhem relações sociais, como espaços de sociabilidade. E nesse sentido, compartilhar espaços tem sido um dos maiores desafios da cidade contemporânea, no sentido de reforçar a qualidade de vida, propiciando percorrer a cidade, em sua complexidade e diversidade, para satisfazer movimentos e necessidades. (Araujo; Santos; França, 2018, p.25)

O desafio da integração com vitalidade e sustentabilidade, em um contexto de práticas cotidianas e modos de viver se consubstanciam em uma relação de complementaridade entre fluxos e fixos, que se multiplicam. Para Santos (2002, p.62) tal relação expressa a realidade geográfica, “*hoje os fixos são cada vez mais artificiais e mais fixados ao solo; os fluxos são cada vez mais diversos, mais amplos, mais numerosos, mais rápidos*”.

A metodologia observada no PMUS foi composta por etapas e atividades, ações político-institucionais envolvendo gestão pública e participação social, além de ações técnicas envolvendo a coleta de dados, análise, proposição de soluções, consolidação de produtos e a implantação dos projetos, ainda em curso. Promoveu-se a leitura dos documentos consubstanciados, conforme apresentado na figura 03, nos relatórios de Apresentação, Pré-diagnóstico, diagnóstico e Prognóstico entre outros.



Figura 03: Apresentação do PMUS no site da Prefeitura.

Fonte: Site oficial da Prefeitura de Niterói. <http://www.niteroi.rj.gov.br/pmus/#downloads>

Embora de fácil acesso e compreensão, atenção deve ser dada ao portal virtual do PMUS, sobretudo quanto a atualização das informações, órgãos e andamento das obras envolvidas, possibilitando a transparência e o uso da informação de utilidade pública. A manutenção do portal online, sem interrupção, permite ao usuário ter acesso a qualquer tempo.

Resultados e Discussão

A análise das proposições apresentadas no Plano de Mobilidade Urbana Sustentável, para o horizonte de 2030, pode ser organizada, inicialmente, por um viés da constatação (o que já era previsto por especialistas respaldado em demandas da população, nas diretrizes do Plano Diretor e demais Planos de Transportes na escala da metrópole), por um viés estratégico (articulação, intra e interurbana, com instrumentos de ordenamento do espaço, com políticas setoriais nacionais, e com compromissos com agendas internacionais (por exemplo, agenda 2030 das Nações Unidas) e pelo

viés da visibilidade de suas ações (adotando conceitos múltiplos com base na sustentabilidade urbana (a partir dos seguintes princípios: Caminhar e Pedalar – incentivar à mobilidade ativa; Conectar – promover a integração dos sistemas de mobilidade urbana; Densificar e Compactar – compactar bairros e centralizar atividades; Mudar – priorizar o transporte coletivos sobre os meios individuais). Com ações no campo de ruas completas, de mobilidade ativa, e de conectividade entre territórios). De todo modo, esses três campos de observação sugerem um discurso comprometido com a sustentabilidade. Mas como alcançá-lo?

Em outras palavras o referido plano centrou suas bases no Plano Diretor Municipal de 2019, propondo a qualificação de áreas já urbanizadas segundo os instrumentos nele dispostos. Além disso, atende à Política Nacional de Mobilidade Urbana, propondo em curto, médio e longo prazos cenários de interferência na malha viária urbana de acordo com os seus princípios, diretrizes e objetivos. Apresenta-se em sintonia com o Estatuto da Cidade uma vez que este prevê a participação de diferentes atores da esfera pública na elaboração de planos referentes à política urbana, tendo como princípio a consulta à população.

“O grande uso do transporte individual sobrecarrega a infraestrutura de transporte, pois a ocupação é maior do que no uso de transportes coletivos e ativos. Mais do que fornecer a infraestrutura, cabe aos órgãos de mobilidade conscientizar sua população que a solução sustentável está na revisão de como se vê a mobilidade urbana, priorizando os transportes ativos e a diminuição de atividades priorizando as atividades próximas, diminuindo assim os tempos gastos nos deslocamentos”. (PMUS, 2019, p. 228)

Na análise dos relatórios de diagnóstico e prognóstico do PMUS pode-se identificar orientações da política urbana estabelecidas no Plano Diretor Municipal, tais como a identificação dos vetores de crescimento urbano e das áreas de expansão urbana; identificação de projetos existentes; estimativas de crescimento populacional e de número de viagens, intra e interurbanas; análise da malha viária e sua capacidade de suporte para atendimento de demandas futuras de transporte coletivo, de circulação a pé e por bicicletas; análise do quadro legal em vigor sobre transportes, em geral; previsões quanto à elevação das demandas e das complexidade inerentes ao crescimento urbano, conflitos de tráfego, pontos de descontinuidade viária entre bairros ou regiões, entre outros aspectos.

No entanto, ainda perduram preocupações quanto ao enfrentamento do tema, sob a ótica da sustentabilidade. Dentre as propostas, muitas tem o intuito de realizar a racionalização das linhas de ônibus, diante da alegação que em determinados pontos o ônibus chega com poucos passageiros. Sobre a tecnologia de motorização desses veículos, o Plano não apresenta proposta para atualização

desses sistemas por alternativas mais sustentáveis. Outra questão preocupante diz respeito a forte relação entre a localização dos problemas pontuados e as soluções propostas, concentradas, na sua grande maioria na área central da cidade, nos bairros da zona sul e norte da cidade, configurando a exclusão total ou parcial de regiões mais periféricas. Também pode-se ressaltar que a proposta de implementação de obras de infraestrutura em locais próximos, dentro de um mesmo cenário temporal, poderá contribuir para agravar a circulação de pessoas e veículos, durante a sua execução. Outro ponto de preocupação é quanto a realização das ações pretendidas, seja por uma abordagem econômica quanto por uma abordagem temporal. Apesar do Plano apresentar propostas coerentes com boas práticas ambientais e de mobilidade, se mostra bastante ambicioso nesses quesitos quando confrontados com medidas restritivas impostas pela pandemia de COVID-19, deixando dúvidas quanto à exequibilidade de suas propostas. Ademais uma discussão sobre fontes alternativas de financiamento aos sistemas de mobilidade, torna-se fundamental, seja para tratar das questões tarifárias, seja para a melhoria do sistema de transportes, sobretudo, quando se dispõem a reconhecer o transporte aquaviário, operado pela iniciativa privada e gerido pelo governo estadual como essencial para economia da cidade, para o ir e vir da população. Afinal, mobilidade urbana não pode ser só para alguns!

Da análise, também buscou-se compreender a hierarquização das proposições buscando o rebatimento destas no espaço e tempo e, sobretudo, um alinhamento com a dinâmica das transformações no solo urbano, na cidade. Será que as proposições incluem demandas originadas pela maior parte da população e suas regiões de planejamento? Será que estas proposições se originam de pleitos articulados entre mercado, políticas públicas e população? A ideia perseguida pelo plano é o de orientar obras em consonância com as regras de ocupação do solo.

É fato que as condições de mobilidade da população são bem diferentes pelo viés da equidade social. Geralmente os mais pobres

são submetidos às condições de deslocamento que impactam nos gastos com o transporte e no tempo de deslocamento, refletindo no aumento das desigualdades existentes no campo da mobilidade da população da cidade e da região.

Nesse sentido, na leitura do PMUS percebe-se um comprometimento com a Plano Diretor Municipal, com suas diretrizes e alcances, com o propósito de enfrentar as desigualdades socioespaciais.

“O PMUS estabelece sinergia com o novo Plano Diretor Urbano, o qual direciona o aproveitamento das áreas já urbanizadas para sua qualificação, contendo a mancha urbana. O PDU tem como diretriz aplicar instrumentos que incentivem o uso do solo, de forma a encorajar bairros mais densos e com maior diversidade de atividades, ligados por uma rede estruturante e

qualificada de vias que integram as centralidades locais com as metropolitanas, promovendo o acesso da população em diferentes escalas: o Microescala – para as viagens curtas, nos bairros em que as viagens podem ser realizadas por transporte ativo; o Mesoescala – viagens entre bairros, em que as viagens podem ser realizadas de bicicletas ou por ônibus; o Macroescala – entre municípios ou regiões, com viagens realizadas por transporte de maior capacidade. (PMUS, Relatório Síntese, 2019, p. 17)

Por outro lado, depreende-se que a cidade de Niterói faz investidas nos territórios vizinhos para ampliar seu território. O que acaba por disseminar múltiplas paisagens em um urbano em plena transformação. O que isto significa? Segundo Villaça (2012, p.234), “o município é uma entidade estática; a cidade não (...) nenhuma cidade para de crescer no limite do município”. Para o autor, o limite municipal acaba por não reconhecer uma realidade econômica, social e geográfica, propagada por uma cidade em movimento. As áreas de borda tornam-se territórios submetidos a pressões por moradia, transporte e saneamento. Não deve ser intenção eliminar, do ponto de vista da dinâmica espacial da sustentabilidade, pelo viés dos serviços de infraestrutura, em especial, da mobilidade, as áreas fronteiriças. Qual política de mobilidade e de uso do solo podem ser aí implementados? Mas o Plano não é muito esclarecedor quanto a este aspecto.

Ao observar-se no plano uma preocupação com o transporte metropolitano (ligações hidroviárias e ligações rodoviárias intermunicipais), fica evidenciada uma vida regional potencial, de caráter metropolitano, nem sempre articulada, transgredindo uma ordem urbana local, e possibilitando paisagens cambiantes. Interessante observar a partir da superposição dos mapas do diagnóstico do Plano de Mobilidade Urbana Sustentável, os fluxos existentes, os fluxos potenciais, as áreas de atratividade, as áreas de conflito, paisagens em transição. Diante de tal situação, como assegurar a sustentabilidade nas diretrizes de mobilidade urbana apreçadas no plano em destaque?

Segundo os autores Baninster (2008) e Bertolini (2012) parte das estratégias que contribuem para a sustentabilidade, no âmbito da mobilidade urbana, relacionam-se com a gestão da cidade e da região, com a gestão do transporte público coletivo, com a redução do uso do transporte individual, com condicionantes tecnológicos, culturais e de consumo, entre outros. O fato é que a cidade vem aplicando estratégias de gerenciamento de mobilidade, por exemplo, para fazer com que as pessoas substituam algumas das viagens de carro por transporte público ou bicicleta. Descobriu-se que havia uma grande lacuna entre a percepção e a realidade tarifária, o uso do tempo nas relações com o transporte, caminhadas e ciclismo. E esse esforço, na pandemia de covid-19, com as medidas de distanciamento social potencializaram a caminhabilidade e o uso das bicicletas.

Em síntese, podemos afirmar que a familiarização com os documentos incorporados ao plano trouxe maturidade para encarar o tema da mobilidade urbana, no contexto do processo de

metropolização da cidade de Niterói em face aos espaços de circulação, conflitos entre espaço urbano e espaço virtual, com um embasamento teórico e crítico a ser perseguido, nas etapas seguintes da pesquisa.

Considerações

A partir do quadro acima exposto, a questão que nos moveu não difere muito das inquietações vivenciadas por outras cidades brasileiras no tocante a compreender como o sentido da sustentabilidade vem sendo explorado nos planos municipais de mobilidade urbana.

O fato é que não há menos carros nas ruas, pelo contrário! O que se percebe é que os veículos relacionados a serviços de aplicativos acabam por contribuir para mais congestionamentos, deixando o transporte público mais vulnerável, menos atrativo, sobretudo, frente a um contexto de pandemia da covid-19.

Apesar do plano, em questão, se comprometer em incentivar conexões com outros modais, o desafio posto está relacionado a dimensão espacial da sustentabilidade. A ideia, até agora consagrada, valoriza a integração dos sistemas de mobilidade urbana, priorizando o transporte público coletivo e incentivando os modos ativos. Mas considerando que a população está em toda parte e que liberdade e necessidade são motivações para que os fluxos aconteçam, o acesso aos serviços urbanos de transporte deve exigir relações de múltiplas escalas, assim como, buscar reduzir as desigualdades socioespaciais.

Nesse sentido, a investigação segue agora motivada por articular as estratégias do plano com a crescente e rápida movimentação de aplicativos de serviços de entrega, o impacto nos espaços públicos, na dinâmica econômica e urbana do município e nos modos de vida do cidadão. Muito ainda precisa ser feito para o enfrentamento das variações do tema como representações da cidade na era da sociedade de consumo, tendo a paisagem como suporte de análise.

A crise urbana, a crise ambiental, a crise sanitária, a crise energética, a crise climática são preocupações que geralmente enfatizam a necessidade de acordos internacionais e conclamam o sacrifício de todos. Ao focar na mobilidade, em um contexto de sociedade de consumo, como bem disse Bauman (2008, p. 76) *“os membros da sociedade de consumidores são eles próprios mercadorias de consumo que os tornam membros da sociedade”*, não podemos desassociar a questão dos trabalhadores, dos aplicativos de transporte e entregadores de serviços, em geral. Agentes determinantes de grande parte dos fluxos presentes, no período pandêmico. Restringimos o consumo de espaço na cidade, por meio de ações de isolamento e distanciamento social, e ao mesmo tempo ampliamos o fluxo contínuo de mercadorias e pessoas por meio das plataformas digitais de

transporte, e isso é ser sustentável? Como regular e articular essas práticas à política de mobilidade? Precisamos avançar nas investigações sobre o plano, em referência, para analisar nos estudos realizados, as interferências diretas e indiretas, das variações do tema, na política de mobilidade anunciada pela cidade.

Agradecimentos

As autoras agradecem ao programa PIBIC/UFF/CNPq, nos anos de 2020/2021 pelo apoio ao desenvolvimento da pesquisa intitulada Infraestrutura e Cidade: relação entre espaço e meio ambiente.

Referências Bibliográficas

- Araujo, E.C; Santos, G.M.R; França, P.S.B. (2018) Mobilidade sustentável: Teoria e prática no Brasil. Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista. V.14, No.5.
- Banister, David. (2008) The Sustainable Mobility Paradigm. Volume 15, Issue 2. Oxford: Revista Transport Policy.73-8p.
- Bauman, Zigmunt. (2008) Vida para o consumo: a transformação das pessoas em mercadorias. São Paulo: Zahar.
- Bertolini, Luca. (2012) Integrating mobility and urban development agendas: a manifesto. Volume 48 - Issue 1. Amsterdam: Journal disP - The Planning Review. 15-26p.
- Governo Federal do Brasil. Guia para elaboração de Plano de Mobilidade. Guia Planmob. 2014.
- Guaragni, M. V. (2006) O Estado como indutor do desenvolvimento econômico sustentável no mundo globalizado: um estudo de caso paranaense. 218 p. Dissertação (Mestrado em Organizações e Desenvolvimento) – FAE Centro Universitário, Curitiba, 2006
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. (2016) TD2194 – Mobilidade Urbana Sustentável: conceitos, tendências e reflexões. Brasília: IPEA
- Maricato, E. (2011) O impasse da política urbana no Brasil. Petrópolis/RJ: Vozes.
- Montibeller Filho, Gilberto. (1993) Ecodesenvolvimento e Desenvolvimento Sustentável. – Conceitos e Princípios. Textos de Economia. Florianópolis, v. 4, a. 1,p. 131-142.
- Prefeitura Municipal de Niterói. (2019). Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (PMUS)
- Sachs, Ignacy. (2009a). A terceira margem: em busca do ecodesenvolvimento. São Paulo: Companhia das Letras.
- Sachs, Ignacy. (2009b). Caminhos para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: Garamond.
- Sachs, Ignacy. (2004) Desenvolvimento includente, sustentável, sustentado. Rio de Janeiro: Garamond.
- Santos, Milton. (2002) A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo (edusp)
- Veiga, José Eli da. (2010). Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI. Rio de Janeiro: Garamond.

Vicens, Raúl S. (2012). Geografia da Paisagem e o ordenamento ambiental. In: Barbosa, J.L; Limonad, E. (Orgs.) Ordenamento territorial e ambiental. Niterói: Editora da UFF, 282 p.

Villaça, F. (2012). Reflexões sobre as cidades brasileiras. São Paulo: Studio Nobel.

PROPOSTA METODOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DE ÁREAS VERDES NO MEIO URBANO: EXEMPLO DA CIDADE DE NITERÓI /RJ

| ID 19210 |

1 Bianca Lucas Pesce, 2 Luiz Felipe Guanaes Rego, 3 Rafael da Silva Nunes

1 Universidade PUC-RJ, e-mail: biancalucaspesce@gmail.com; 2 Universidade PUC-RJ, e-mail: luizfelipeguanaes@gmail.com; 3 Universidade PUC-RJ, e-mail: rsngeo@puc-rio.br

Palavras-chave: Áreas Verdes Urbanas; Metodologia; IAV.

Resumo

Avaliar a forma como as áreas verdes são distribuídas, sua quantidade e qualidade, na malha urbana das cidades brasileiras, traz a possibilidade de entender como a população local é servida por essas estruturas. Pretende-se discorrer sobre importância da infraestrutura verde na urbe criando uma metodologia de avaliação das áreas verdes urbanas, buscando na literatura existente premissas coincidentes que qualifiquem o verde urbano. A utilização de mapeamento de uso e cobertura do solo permitiu adquirir dados geográficos e o montante de áreas verdes, gerando índices como o IAV (Índice de Área Verde) e permitindo a apreciação dos volumes obtidos nas regiões e bairros da cidade de Niterói, no estado do Rio de Janeiro – cidade utilizada como estudo de caso. Ao examinar o quantitativo geral de IAV a cidade apresenta um significativo desempenho, com 117,21m² de área verde por habitante. Contudo na avaliação da unidade de bairro percebe-se que dezoito dos cinquenta e dois bairros apresentaram quantitativo vegetacional inferior ao das premissas estabelecidas nesse estudo (mínimo de 15m² de área verde por habitante) e ainda que dez localidades não possuam nenhuma vegetação - qualificada e hierarquizada de acordo com a metodologia aplicada. Comprovando-se desta forma que uma visão multi-escalar para o planejamento urbano é primordial, pois de alguma forma os dados regionais podem mascarar realidades locais (neste caso dos bairros), impactando a vida dos cidadãos que residem não regionalmente, mas sim localmente.

Introdução

De grande relevância para o ambiente urbano, as áreas verdes constituem-se em um ponto de equilíbrio entre os ambientes construídos e os não construídos. A sociedade, que vive em áreas consideradas urbanas, necessita não somente da infraestrutura básica para sua sobrevivência (como infraestrutura sanitária, viária, de saúde e educação), carece também da conexão com a natureza, de espaços livres de construção e um ambiente ecologicamente mais equilibrado.

Os benefícios que exercem as áreas verdes no meio urbano atingem o aspecto ecológico como filtragem do ar, retenção de pó e micro-organismos, diminuição de ruídos, equilíbrio de temperatura, absorção de parte dos raios solares, retenção de umidade no solo, regulação do ciclo hídrico, além de abrigo para fauna e troca de fluxo gênico entre as áreas naturais. Por sua vez, a ausência de vegetação pode causar erosão do solo e deslizamentos em enchentes. Alcança também o bem estar psíquico do ser humano com a biofilia, a necessidade inata do homem de se conectar com a natureza.

A presente pesquisa tem por objetivo principal confrontar a quantificação de áreas verdes no meio urbano com a sua qualificação e a distribuição na malha urbana na cidade de Niterói, Rio de Janeiro, o que por sua vez, corrobora para que se avalie a disposição da cobertura vegetal ao longo das unidades dos bairros nas cidades, permitindo que se tracem estratégias que garantam a melhoria da qualidade de vida da população local.

De forma secundária pretende-se discutir conceitualmente sobre como as áreas verdes urbanas podem, de certa forma, melhorar a qualidade ambiental das cidades. Buscar e estabelecer premissas, coincidentes em pesquisas de autores e organismos do meio, em forma de revisão bibliográfica, a fim de qualificar as áreas verdes urbanas e criar uma fundamentação teórica e síntese de princípios avaliadores da cobertura vegetal urbana. Analisar geograficamente o crescimento urbano e a supressão vegetacional no estudo de caso da cidade de Niterói. Utilizar mapas de uso e cobertura do solo para analisar dados geográficos e de ocupação da estrutura vegetal. Discorrer sobre os índices de área verdes encontrados no estudo de caso, seus déficits e dados mais expressivos.

Revisão Bibliográfica

Alguns conceitos que qualificam áreas verdes urbanas foram selecionados a fim de compor um arcabouço teórico. As premissas que serão mencionadas convergirão em um conjunto de critérios com a finalidade de qualificar as áreas verdes e auxiliar na análise de sua distribuição de acordo com a ocupação urbana. Avaliar o quantitativo das florestas urbanas em uma cidade como uma de suas

fortalezas qualifica o meio urbano onde os cidadãos vivem. O contato dos seres humanos com o verde engloba não apenas os benefícios físicos geográficos existem também os psicológicos.

Isto posto, o presente artigo optou por estabelecer valores mínimos de áreas verdes, em acordo com alguns autores.

Segundo Lombardo (1985) uma localidade com menos de 5% de cobertura vegetal em relação ao seu território, podese considerada uma região desértica. A análise dessa premissa – conjuntamente com a próxima argumentação avaliada de metragem mínima de área verde por habitantes – foi selecionada como a primeira premissa de qualificação das áreas verdes. A avaliação de porcentagens mínimas de cobertura vegetal por localidade auxilia no cálculo do quantitativo de área verde necessário em uma cidade, para conforme o autor citado acima, não ser considerada desértica.

Explorando as metragens ideais de área verde para as urbanizações, a Organização Mundial de Saúde (OMS) argumenta que uma população saudável necessitaria 36m^2 de área verde pública por habitante. Com a dificuldade de atingisse número ideal a Organização das Nações Unidas (ONU) estimou que o mínimo de área verde necessária para pessoas viverem nas grandes cidades com segurança ambiental e social seria de $12\text{m}^2/\text{hab}$.

A SBAU, Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana no seu artigo Carta a Londrina e Iporã em 1996, discorreu sobre o mínimo de área verde necessária por habitante em urbanizações. Após fundamentação teórica encontrada em tal artigo, sua pesquisa sugeriu um valor de $15\text{m}^2/\text{hab}$ como área verde mínima necessária em uma cidade ou região. Sendo esse o valor estipulado por estudos em nosso país, a primeira premissa definida – conjuntamente com os 5% de cobertura vegetal por território – foi a de analisar o quantitativo mínimo de áreas verdes apoiado na metragem mínima de $15\text{m}^2/\text{hab}$.

A fim de aplicar as metragens e porcentagens mínimas se faz necessário confrontá-las com as metragens locais de determinada região. Para tal o cálculo do Índice de Área Verde (IAV) que considera: o produto da divisão entre o somatório de todas as áreas verdes de uma determinada localidade e o número de habitantes, apontado pelo Censo Demográfico é a modelagem matemática mais utilizada, inclusive nesse estudo, para a medição de quantitativo de área verde nos municípios.

De acordo com alguns autores, para o reconhecimento de áreas livres de construção, como áreas verdes, se faz necessário que a vegetação e o solo permeável ocupem pelo menos 70% da área em questão. Os espaços ainda devem desempenhar funções estéticas, ecológicas e de lazer. Não podem ser consideradas áreas verdes espaços de canteiros, pequenos jardins de ornamentação, sendo estes apenas verdes de acompanhamento viário (NUCCI, 2008). Abordando a função de lazer que as áreas verdes exercem na vida da sociedade, as mesmas possibilitam o convívio social, a

realização de atividades físicas, aliviam as tensões e o estresse do cotidiano de trabalho por meio do relaxamento e descontração.

Outros autores também destacam essa premissa: Guzzo, Carneiro, & Júnior (2006); Bucheri (2006); Cavalheiro (1999) e um projeto conhecido como GreenKeys (COSTA C. S., 2010). Usando como base as pesquisas dos cinco autores citados, a segunda premissa deste estudo será a afirmação que devem ser consideradas áreas verdes efetivas apenas os espaços livres com pelo menos 70% do seu solo ocupado por vegetação e solo permeável sem lajes e exercer três funções: lazer, estética e ambiental.

Outra observação do autor Cavalheiro (1999) norteou o que deve ser considerada área verde efetiva: a exclusão do verde de acompanhamento viário, pois o verde de acompanhamento viário está localizado em terras impermeabilizadas, não apresentam separação total em relação aos veículos e devem pertencer a uma categoria diferente, a de espaços construídos ou espaços de integração urbana. Corroborando com a afirmação anterior estão os autores: Oliveira (1996) e o Data Rio – levantamento realizado pela Prefeitura do Rio de Janeiro na avaliação de áreas verdes urbanas em 2017 – ambos não quantificaram o verde viário como áreas verdes urbanas.

Logo, para fins de metodologia na avaliação do que integrou o sistema de áreas verdes urbanas, foi excluído desse levantamento o quantitativo dos espaços verdes, a arborização viária por não constituírem um ecossistema fechado capaz de contribuir com funções ecológicas efetivas, assim como funções de lazer. Esta foi considerada a terceira premissa de qualificação de áreas verdes.

A quarta premissa foi uma resolução do Conama Nº 369/2006, sendo especificamente o artigo 8, inciso 1º, que considera área verde “o espaço de domínio público” com funções ecológicas, paisagísticas e recreativas com intuito de melhorar a qualidade estética, funcional e ambiental das cidades (CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2006).

Argumentando ainda sobre as áreas de domínio público ou privado, também afirmam a necessidade da estrutura verde ser pública o Atlas Urbano Europeu. (European Environment Agency, EEA, 2011). Nos levantamentos realizados nas cidades do Rio de Janeiro (COSTA M. M., 2018) e de Curitiba (MONTEIRO, 2015) também foi abordado à questão da consideração de áreas públicas, a fim de democratizar o acesso às áreas verdes urbanas.

Após aplicação das premissas citadas acima se qualificou as áreas verdes que serão consideradas no levantamento desse estudo, criando uma metodologia de análise. Havendo desta forma uma restrição do que foi considerada de fato uma área verde efetiva na cidade (considerando áreas verdes o qual a população tenha acesso) sendo importante ressaltar a efetividade das áreas serem públicas e acessíveis.

Para fins de embasamento da pesquisa foram examinadas algumas causas da supressão vegetal nas cidades, dentre elas desacataram-se o urbanismo espraiado, a especulação imobiliária e as ocupações irregulares. Dessa forma analisou-se como a expansão urbana pode causar a supressão vegetal na expansão das cidades.

Urbanismo espraiado é definido pela vasta ocupação do solo com uma baixa densidade demográfica, ou seja, hoje temos em várias localidades das metrópoles brasileiras bairros com número alto de residências unifamiliares ocupando parcelas consideráveis do solo. É definido também como espraiamento urbano o crescimento urbano que é desconcentrado, não denso e que deixa vazios urbanos dentro da mancha urbana, sendo esse um dos fatores menos beneficiadores da preservação de áreas naturais.

A valorização do solo em meio urbano é antiga e o processo de especulação imobiliária é fundamental na metamorfose da paisagem citadina, sendo este processo (especulação com terras) uma estratégia de valorização do capital altamente difundida no Brasil. A especulação tem como definição básica o ato de aprovisionar algo (terras) com a intensão de uma posterior transação mais vantajosa no futuro onde seu valor seria superior ao valor original. A especulação imobiliária induz o crescimento da malha urbana e como consequência a remoção de cobertura vegetal.

O crescimento populacional urbano levou a uma aceleração no desenvolvimento das cidades. A população imigrantedecorrente do fenômeno de crescimento das áreas urbanas, em grande parte de baixa renda, acabou sendo levada às periferias das cidades ou às encostas não ocupadas, devido ao baixo custo ou custo inexistente do solo nestas regiões. Este fato gerou relativa retirada de florestas primárias em diversas metrópoles do Brasil, destacando-se neste estudo o estado do Rio de Janeiro.

Material e Métodos

Como estudo de caso a presente pesquisa definiu um recorte urbano, o município de Niterói, na região metropolitanaleste do estado do Rio de Janeiro. A cidade apresenta uma população de aproximadamente 490 mil habitantes e com uma área total de 129,3km² (PREFEITURA DE NITERÓI, 2018), tendo seu território dividido em cinco regiões: Região Leste; Região Norte, Região Oceânica; Região Pendotiba; Região de Praias da Baía – que se subdividem em 52 bairros – e que, de acordo com informações da própria Prefeitura da cidade (Niterói, 2018), foram definidos com critérios que consideravam a homogeneidade em relação à paisagem, à tipologia, o parcelamento do solo, o uso das edificações e aspectos socioeconômicos e físicos.

Em forma de metodologia foram hierarquizadas as áreas verdes urbanas e qualifica-las trouxe à pesquisa uma análise não só quantitativa das estruturas verdes disponíveis no município de Niterói, mas principalmente a adjetivação de tais espaços em meio à malha urbana.

Diferentes autores e conceitos foram abordados nesse estudo e a Tabela 01, exposta a seguir, resume a revisão bibliográfica realizada a fim de embasar estudo qualificado das áreas verdes urbanas. A convergência de ideias de diferentes autores auxiliou na fundamentação teórica da relevância das estruturas verdes e de como a disposição na malha urbana auxilia no microclima local de bairros e vizinhanças.

Tendo em vista esses conceitos, a simples existência de cobertura vegetal não garante uma qualidade ambiental a um município, pensando de forma sistêmica. É indispensável avaliar se tais estruturas naturais possuem acessibilidade à população, ou seja, se são um bem público de fácil e livre entrada dos cidadãos e se cumprem as atividades de recreação e estética, além da função ecológica. Aparece também como uma premissa a indispensabilidade de pelo menos 70% da área verde estar coberta por vegetação e possuir solo permeável, para a efetividade da estrutura verde como bem natural. Aponta-se também, a necessidade de uma metragem mínima de área verde por habitantes e como já citado nesse estudo será tomado como norte a contagem de 15m²/hab – segundo a revista SBAU (1996) e segundo Oke (1973) pelo menos 5% de cobertura vegetal em relação ao território.

Para o levantamento físico das localidades do município de Niterói, foram separadas cinco regiões administrativas: Região Leste; Região Norte, Região Oceânica; Região Pendotiba; Região de Praias da Baía. Além da divisão e análise por regiões, também foram determinados os volumes de áreas verdes por habitantes de acordo com a unidade administrativos bairros, sendo uma divisão de 52 bairros ao longo do município (figura 1).

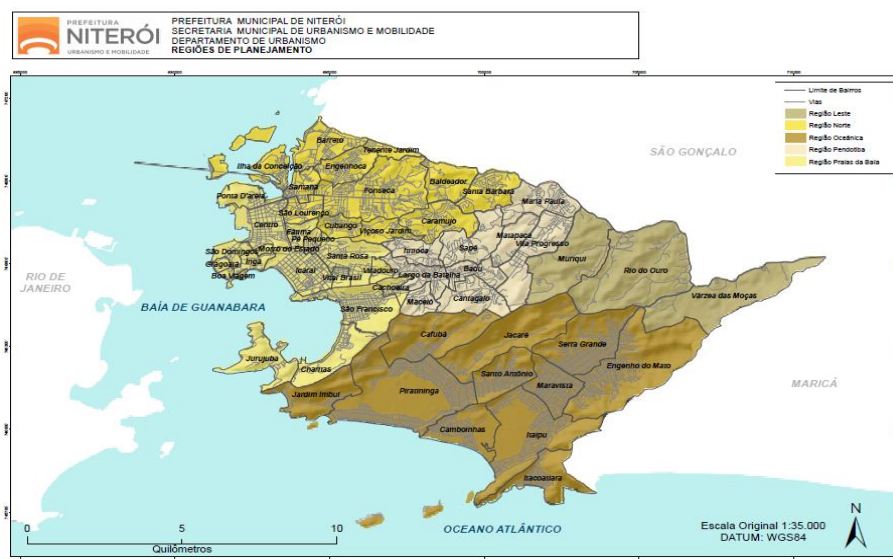
O município de Niterói conta com uma densidade demográfica total de 3640,80 hab/km². O último Censo de 2010 calculou uma população de 487.562 pessoas. Também através do Censo de 2010 obteve-se a informação do quantitativo de habitantes por cada bairro, sendo utilizado esse dado na avaliação posterior.

Tabela 1: Resumo de fundamentação teórica.

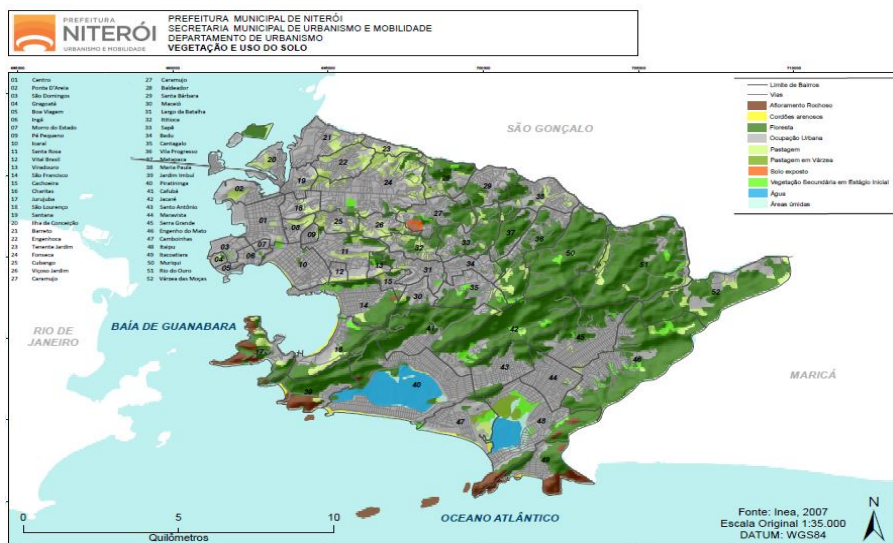
PREMISSAS	AUTORES					CONCLUSÃO FUNDAMENTAÇÃO
Área Verde Mínima por habitante (hab/m ²) / Porcentagem mínima	OMS 36m ² /hab	ONU 12m ² /hab	SBAU (1996) 15m ² /hab	Oke (1973) < de 5% de área verde em relação ao território = deserto		Estipular área verde por habitante mínima não gera, unilateralmente, uma boa qualidade de áreas verdes, contudo salvaguarda uma cobertura vegetal para a população urbana.
Áreas Verdes: apenas quando 70% do terreno tem cobertura vegetal e solo permeável sem laje e exercer três funções básicas: visuais ou estéticos, recreativos ou de lazer e ambientais ou ecológicos.	Nucci (2008)	Guzzo, Carneiro, & Júnior (2006).	Bucheri (2006)	Cavalheiro (1999)	Bartalini (1986)	Necessidade de a área verde criar um ecossistema próprio e para tal é fundamental uma quantidade de área verde relevante a fim de criar um sistema natural forte. A absorção de água a fim de manter o ciclo hídrico sendo indispensável então grande parte do solo permeável. Sendo assim, de acordo com os autores citados, áreas verdes efetivas serão apenas as que possuem 70% de cobertura vegetal e solo permeável. Exercendo três funções: lazer/recreativo (biofilia), estético e ambiental.
Considerar áreas verdes excluindo o verde viário	Cavalheiro (1999)	Oliveira (1996)	Data Rio (2017)	Costa M., M. (2018)		O verde viário é considerado mais como uma cobertura vegetal urbana do que como área verde. Não exerce funções de lazer e exerce uma função limitada no aspecto ambiental - pois se encontra, na maior parte das vezes, em solo impermeável - exerce uma função estética apenas de ornamentação, não sendo capaz de motivar a função emocional na população - como a biofilia ou a função de lazer.
Considerar apenas áreas verdes Públicas	Conama, artigo 8, inciso 1º.	European Environment Agency, EEA, (2011).	Monteiro (2015)	Costa M., M. (2018)		Apenas as áreas verdes públicas favorecendo a acessibilidade da população aos bens materiais, aos benefícios da convivência com áreas de recreação e lazer, à biofilia - nossa natural vontade de nos conectar à natureza.

Fonte: Elaboração própria.

O quantitativo de área verde foi levantado segundo os dados de uso do solo cedidos pelo INEA (2014) e que foram reproduzidos pelo município de Niterói na elaboração dos mapas de Vegetação e Uso do Solo cedidos pela Secretaria Municipal de Urbanismo e Mobilidade (2014), onde estão separadas em áreas de Vegetação em Estágio Inicial e Vegetação em Estágio Médio/Avançado. Todas as áreas apontadas são espaços públicos de livre acesso à população. Ressaltando também que de acordo com uma das premissas apontadas anteriormente, não foi considerada a arborização viária como área verde (Figura 1).



MAPA A



MAPA B

Figura 1: A) Mapa de separação por regiões e bairros de Niterói / B) Mapa Vegetação e Uso do Solo Município de Niterói.

Fonte: Secretaria Municipal de Urbanismo e Mobilidade (2014)

Devido à apresentação de dados de áreas verdes, conforme indicado no parágrafo anterior, estarem separados em estágio inicial e médio/avançado foram criados (como será possível observado na tabela 02 a seguir) os Índices de Área Verde Inicial por Habitante (IAVIH), Índices de Área Verde Médio/Avançado por Habitante (IAVMH), gerando desta forma o Índice de Área Verde Total por Habitante (IAVT). A seguir, apresentam-se os valores através das cinco regiões administrativas do município, indicando as variáveis utilizadas para a construção dos Índices definidos. Os mesmos cálculos foram aplicados aos 52 bairros e os gráficos das figuras 3 e 4 expressam os resultados. Os valores contribuirão para a identificação dos bairros menos servidos de áreas verdes e as regiões que mais sofrem com a supressão vegetacional.

Tabela 2: Índice de áreas verdes por região por habitante.

TABELA COM ÁREA DE VEGETAÇÃO E CÁLCULOS DE ÍNDICES DE ÁREAS VERDES POR REGIÃO														
REGIÃO	POPULAÇÃO	ÁREA TOTAL (Ha)	DENSIDADE DE DEMOGRÁFICA (Hab/ha)	VEGETAÇÃO EM ESTÁGIO INICIAL	VEGETAÇÃO EM ESTÁGIO MÉDIO/AVANÇADO	VEGETAÇÃO EM ESTÁGIO INICIAL (%)	VEGETAÇÃO EM ESTÁGIO MÉDIO/AVANÇADO (%)	VEGETAÇÃO TOTAL (%)	ÍNDICE DE ÁREA VERDE INICIAL POR HABITANTE (IAVIH)		ÍNDICE DE ÁREA VERDE MÉDIO AVANÇADO POR HABITANTE (IAVMH)		ÍNDICE DE ÁREA VERDE TOTAL POR HABITANTE (IAVT)	
									Ha/hab	m ² /hab	Ha/hab	m ² /hab	Ha/hab	m ² /hab
Leste	6720	2035,356	9,302	52,332	1613,654	3%	79%	82%	0,00779	77,88	0,24013	2401,27	0,24791	2479,15
Norte	152547	2502,249	722,135	25,096	288,876	1%	12%	13%	0,00016	1,65	0,00189	18,94	0,00206	20,58
Oceânica	68987	5187,016	156,515	78,241	2602,862	2%	50%	52%	0,00113	11,34	0,03773	377,30	0,03886	388,64
Pendotiba	55593	1829,000	304,378	56,728	638,778	3%	35%	38%	0,00102	10,20	0,01149	114,90	0,01251	125,11
Praias da Baía	203715	2078,334	1790,909	40,560	317,519	2%	15%	17%	0,00020	1,99	0,00156	15,59	0,00176	17,58

Fonte: Elaboração própria

Resultados e Discussão

O IVAT, do município em questão possui um desempenho 7,8 vezes maior que a primeira premissa estabelecida na fundamentação teórica desse estudo (SBAU, 1996), chegando a 117,21m² de área verde por habitante. Niterói apresentou um total de 42% de seu solo coberto por áreas verdes, montante substancialmente maior que a porcentagem mínima apontada por Oke (1973): mínimo de 5% de área verde no território – a fim de não se tornar uma área desértica. Analisou-se, inicialmente, por nenhuma das regiões apresentou números inferiores aos 15m²/hab de área verde ou menos de 5% de cobertura vegetal, comparando com as premissas relacionadas na Tabela 1.

A Região das Praias da Baía foi à única região que se aproximou da metragem mínima apresentada, sendo 17,58m² de área verde por habitante e 17% de área verde. Esse valor coincide com a região que foi primeiramente ocupada, indicando que o desenvolvimento da cidade ocorreu de forma mais intensa nessa área, apresentando uma maior força da especulação imobiliária e consequente transformação de sua paisagem. É também nesta região onde se pôde notar a maior densidade demográfica (1.790 hab/ha). As demais regiões apresentaram números satisfatórios de acordo com as proposições. Os gráficos expostos a seguir fazem uma exposição visual de como as áreas verdes e a população de Niterói está disposta de acordo com as regiões administrativas.

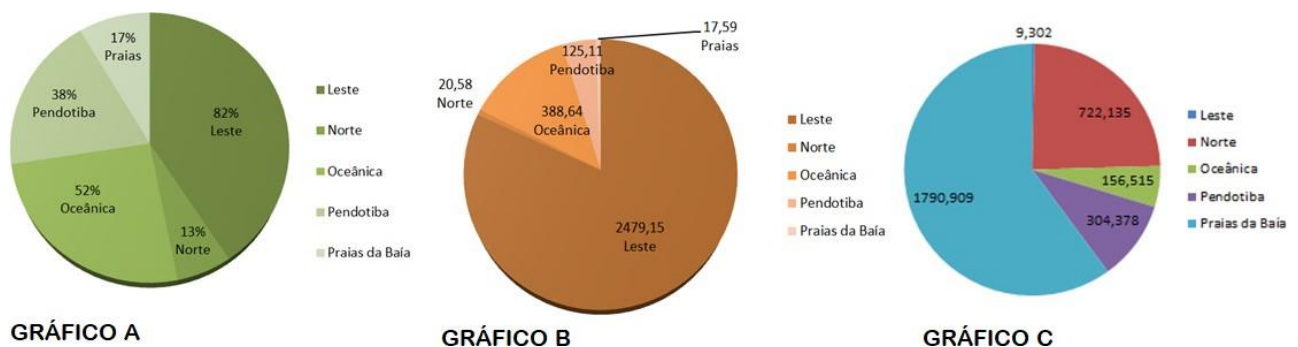


Figura 2: A) Gráfico de porcentagem de áreas verdes em relação ao território (ha), por região / B) Gráfico metro quadrado de área verde por habitante, por região / C) Gráfico de densidade demográfica. Habitantes por Hectares hab./ha.

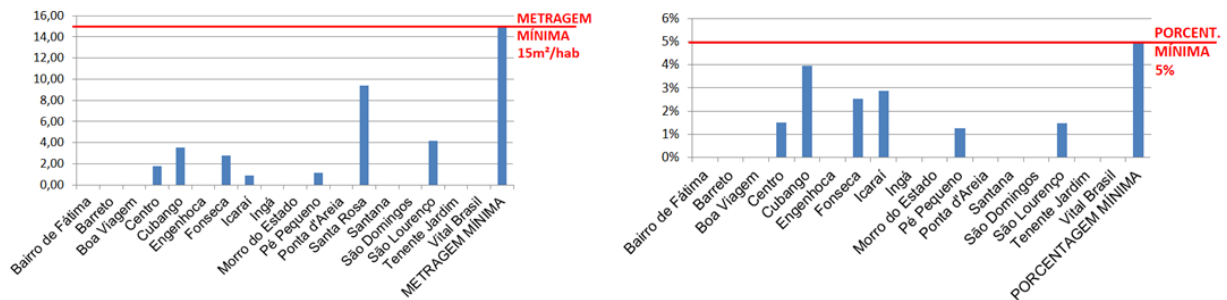
Fonte: Elaboração própria.

Conduzindo a discussão para o limite dos bairros é possível perceber, em linhas menores, que foram encontradas localidades em desacordo com as premissas estipuladas nessa exploração. Analisando a premissa de 15m²/hab de área verde, segundo SBAU (1996), apresentou-se um total de dezoito bairros e verificando a premissa de menos de 5% de cobertura vegetal, de acordo com Oke (1973), existe praticamente uma coincidência de bairros afetados com a mesma questão citada no parágrafo acima, sendo um total de dezessete. Entre os bairros citados acima, existem localidades que não possuem nenhuma vegetação (de acordo com as premissas defendidas por esse estudo, conforme tabela 05 que define as áreas verdes - fragmentos florestais - e não apenas o indivíduo arbóreo), nem mesmo em estágio inicial. Foram eles: Bairro de Fátima; Barreto; Boa Viagem; Engenhoca; Ingá; Morro do Estado; Santana; São Domingos; Tenente Jardim e Vital Brasil. Todos os bairros com esse desempenho estão localizados na Região Norte e Praias da Baía, localidades que apresentam elevadas densidades demográficas.

Seguindo para avaliação pontual dos bairros, primeiramente nos localizados na Região das Praias da Baía, os cálculos em planilha apontaram que importantes bairros – que servem a uma grande parte da população de Niterói – contam com metragens mínimas de área verde. Bairros como Icaraí, Ingá e Santa Rosa, que apresentam altas densidades demográficas (as maiores da cidade), possuem respectivamente $0,88\text{m}^2/\text{hab}$; $0,00\text{m}^2/\text{hab}$; $9,39\text{m}^2/\text{hab}$, montantes considerados insuficientes a fim de mais uma vez comparamos com a metragem mínima levantada como proposição – $15\text{m}^2/\text{hab}$ segundo SBAU (1996). As porcentagens avaliadas também não são satisfatórias, sendo 3% para Icaraí; 0% para Ingá, sendo apenas satisfatória para o bairro de Santa Rosa com 12% de cobertura vegetal para sua área. A origem da cidade foi nesta região e a mesma suportou uma forte especulação imobiliária e suas altas taxas de ocupação. Além das edificações regulares, existe também um crescente número de comunidades que ocupam as encostas desta localidade que antes eram ocupadas pela Mata Atlântica e hoje estão tomadas por residências em situações precárias e infelizmente de risco.

Outro desempenho preocupante foi a de um bairro relevante para o município e onde ocorreu a fundação e suas primeiras ocupações: o Centro de Niterói, que apresentou $1,79\text{m}^2/\text{hab}$ de área verde. Este referido bairro possui apenas o Parque Municipal das Águas, com 3.0837m^2 , considerado pela Secretaria Municipal de Urbanismo e Mobilidade como uma área de Vegetação Secundária em Estágio Inicial. Obviamente, segundo as premissas desse estudo, tal parque está longe de ter a metragem mínima suficiente para um bairro tão denso como o Centro da cidade. O Centro é o 12º bairro mais denso da cidade e possui uma porcentagem de área verde de 2% - número muito preocupante quando avaliado o bairro e também o seu entorno. Avaliou-se que a maior parte da vegetação encontrada nos bairros acima citados era de classe secundária em estágio inicial, conforme indicado nos dados oficiais, ou seja, a vegetação primária foi suprimida pelo desenvolvimento urbano.

Os demais bairros que apresentaram um desempenho baixo nos valores de metragens de áreas verdes foram todos na Região Norte, sendo eles: Cubango com $3,52\text{m}^2/\text{hab}$ e 4% de cobertura vegetal; Engenhoca, Santana e Tenente Jardim com nenhuma área verde; Fonseca com $2,81\text{m}^2/\text{hab}$ e 3%; São Lourenço com $4,14\text{m}^2/\text{hab}$ e 1% de vegetação. Nos bairros, localizados nas Regiões de Pendotiba, Oceânica e Leste, os valores em metros quadrados e porcentagem de áreas verdes são todos satisfatórios. Isso se deve pela proximidade com áreas de preservação como parques municipais e reservas ecológicas.



A) Bairros que não atingiram a metragem mínima de área verde de 15m²/hab.

B) Bairros que não atingiram a porcentagem mínima de 5%/área verde em relação ao território.

Figura 3: Gráfico A) Bairros que não atingiram a metragem mínima de área verde de 15m²/hab. Fonte: Elaboração Própria. / Gráfico B) Bairros que não atingiram a porcentagem mínima de 5%/área verde em relação ao território.

Fonte: Elaboração própria.

Os gráficos na Figura 3 ilustram as unidades de bairro que apresentaram valores insuficientes de áreas verdes (sendo em metro quadrado por habitante e a porcentagem em relação ao território). A indicação dos gráficos evidencia o desempenho diminuto de cerca de um terço dos bairros da cidade avaliada, corroborando com a proposição desta pesquisa que a simples existência de um relevante montante de cobertura vegetal (42%) em urbanizações, não necessariamente coincide com uma boa distribuição de áreas verdes e por consequência um bom atendimento à população residente.

O mapa conceitual final a seguir, Figura 5, resume de forma ilustrativa o desenvolvimento e linha de raciocínio deste estudo com a sua fundamentação teórica e resultados. Essa pesquisa deixa em aberto a possibilidade de estudos futuros com sugestões de intervenções urbanas, que possam contribuir para a melhora no desempenho quantitativo e qualitativo de cobertura vegetal nas localidades com baixo rendimento, já indicadas. Sugestões frequentemente utilizadas em áreas urbanas densas como hortas urbanas, telhados verdes e jardins de chuva, poderiam ser implementadas nos bairros com valores deficientes de áreas verdes. A figura alude à proposta de metodologia concebida para esse estudo com a intensão de orientar e auxiliar a avaliação das áreas verdes no âmbito municipal, aplicável para todo território brasileiro.

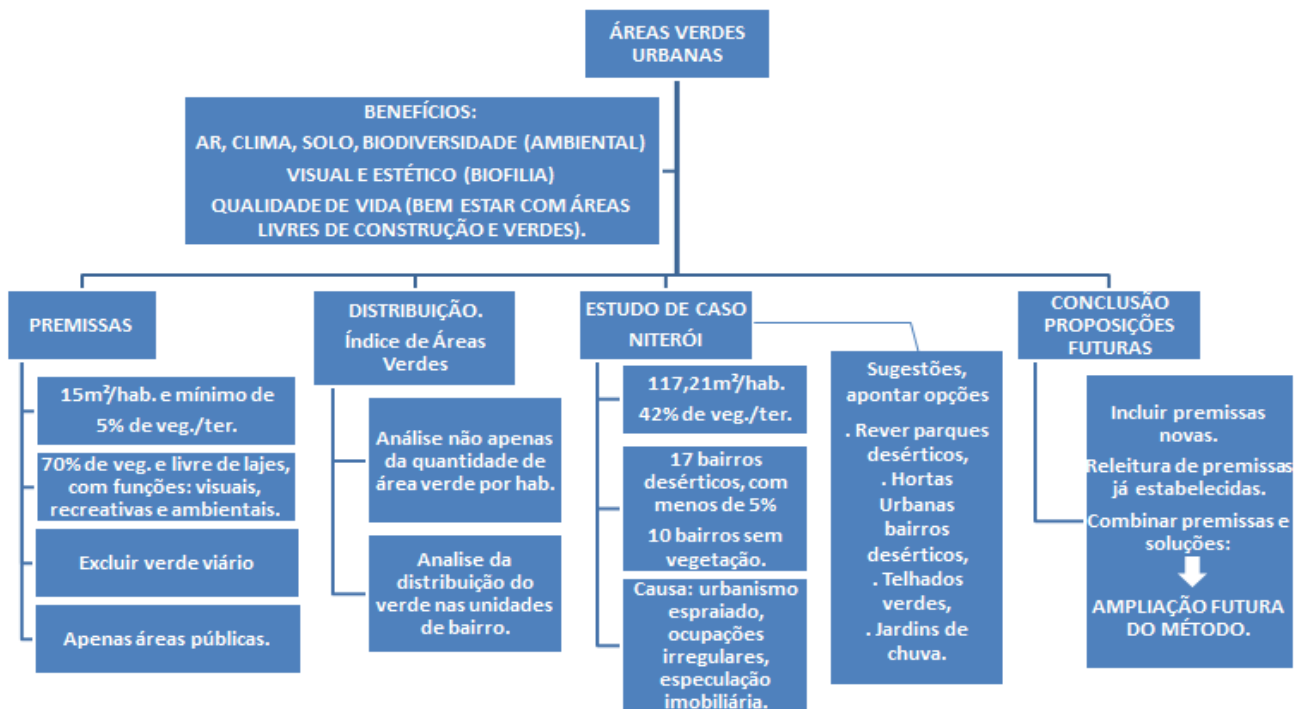


Figura 5: Mapa conceitual final.

Fonte: Elaboração própria

Conclusões

A presente pesquisa procurou ressaltar não apenas a necessidade da existência de áreas verdes nos municípios, relacionando com a quantidade de cobertura vegetal, mas também a sua distribuição na malha urbana; sua composição – a fim de considerar as áreas verdes efetivas; a atribuição das mesmas em áreas públicas – visando à democratização da acessibilidade da população – e o entendimento de que o verde viário, mesmo exercendo parte de uma função ambiental, não pode ser introduzido como elemento efetivo na quantificação e distribuição de áreas verdes, pois não atua de forma sistêmica (considerando, por exemplo, que estão em solo impermeabilizado).

No estudo e análise das áreas verdes, foram abordadas algumas premissas já pesquisadas por diversos autores. Uma confluência de pontos de vista auxiliou na constituição de uma síntese própria, com embasamento em argumentações já abalizadas nos tópicos anteriores. O estudo de caso exposto nesta pesquisa realizou avaliações que relacionavam o quantitativo de área verde com a população na localidade. A avaliação da unidade do bairro facilitou o entendimento de como as estruturas verdes se dispunham na malha urbana. Com utilização da metodologia empregada, ficou comprovado que mesmo com mais de 40% de seu solo ocupado por áreas verdes qualificadas, parte

considerável da população (na análise de bairros) de Niterói está desatendida de estruturas naturais próximas aos seus locais de residência.

Cada município possui sua especificidade e a avaliação de outras localidades com base na mesma metodologia produziria resultados diferentes, porém ampliariam o formato de análise dessa ferramenta. Entende-se ainda que o aprofundamento e apontamento de mais ações específicas, que tenham a capacidade de ordenar de forma mais regular a cobertura vegetal na cidade, trará maiores benefícios à população residente.

Aumentar o potencial desse método auxiliaria em pesquisas e no planejamento urbano das cidades, servindo como diagnóstico preliminar na avaliação da qualidade e distribuição das áreas verdes na malha urbana. Tal diagnóstico seria capaz de orientar os municípios quais os pontos mais necessitados de novas intervenções urbanas – no sentido da cobertura vegetal – incluindo infraestruturas verdes a fim de atender o convívio da vizinhança local; democratizando a distribuição de áreas verdes no planejamento urbano das cidades.

Como sugestão essa pesquisa deixa indicado que intervenções, com soluções consideradas apropriadas aos meios urbanos, teriam a capacidade de restabelecer bairros desprovidos de áreas verdes, como hortas urbanas, telhados verdes e jardins de chuva, recuperando desta forma as estruturas naturais das localidades deficientes de cobertura vegetal. Entretanto, salienta-se que a análise das estratégias e métodos empregados dependeria de análises particularizadas (estudos de concepção, projetos básicos e executivos) para sua própria realização.

Agradecimentos

A toda equipe do curso de Mestrado Profissional em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-RJ. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências

- BUCHERI, A. T. (2006). Espaços livres, áreas verdes e cobertura vegetal no bairro alto da XV, Curitiba/PR. *Revista do Departamento de Geografia*, Volume 18, páginas 48 à 59.
- Cavalheiro, F., & Picchia, P. C. (1999). Áreas Verdes: Conceitos, objetivo e diretrizes para o planejamento. *Anais do 1º Congresso Brasileiro Sobre Arborização Urbana e 4º Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana* (pp. 29-38). Vitória: Espírito Santo.
- CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. (2006). *Resolução Conama nº 369*. Brasília: Conama.
- COSTA, C. S. (2010). Áreas Verdes: um elemento chave para a sustentabilidade urbana. *Vitruvius*, 126.08 ano 11.

- COSTA, M. M. (2018). *Parques urbanos: uso e percepção de áreas verdes no Rio de Janeiro*. Bibliomundi.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, EEA. (2011). Mapping Guide for a European Urban Atlas. Copenhagen, Dinamarca.
- GUZZO, P., CARNEIRO, R. M., & JÚNIRO, H. D. (2006). Cadastro Municipal de Espaços Livres Urbanos de Ribeirão Preto(SP): Acesso Público, Índices e Base para Novos Instrumentos e Mecanismos de Gestão. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana - SBAU*, 21.
- LOMBARDO, M. A. (1985). *Ilha de Calor Nas Metrôpoles: o Exemplo de São Paulo*. São Paulo: Hucitec.
- MONTEIRO, M. M. (12 de Fevereiro de 2015). Caracterização da floresta urbana de Curitiba-PR por meio de sensoriamento remoto de alta resolução espacial. *Tese (doutorado)*. Curitiba, Paraná, Brasil: Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira -UFPR.
- NUCCI, T. C. (2008). *Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicada ao distrito de Santa Cecília (MSP)*. Curitiba.
- OLIVEIRA, C. H. (1996). *Planejamento Ambiental da Cidade de São Carlos com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnóstico e propostas*. São Carlos: Dissertação de Mestrado.
- PEDREIRA, L. O., ANDRADE, F. N., & FICO, B. V. (2017). *Índices de Áreas Verdes do Município do Rio de Janeiro*. Riode Janeiro: Data Rio - Conservação e Meio Ambiente.
- PREFEITURA DE NITERÓI. (04 de Junho de 2018). *Governo de Niterói*. Acesso em 14 de Abril de 2019, disponível em [niteroi.rj.gov.br: https://www.smarhs.niteroi.rj.gov.br/copia-recursos-hidricos-areas-verde](https://www.smarhs.niteroi.rj.gov.br/copia-recursos-hidricos-areas-verde)
- SBAU. Sociedade Brasileira de Arborização Urbana. Carta a Londrina e Ibiporã. Boletim Informativo. v.3, n.5, 1996. p. 3.

RISCO DE CHEIAS E IMPACTO DA LEGISLAÇÃO PARA REDUÇÃO DE DESASTRES EM MOÇAMBIQUE

| ID 19252 |

1,3Hélio Vasco Nganhane, 2Pedro Pinto Santos, 1Sofa Inoque Muiambo, 3Alexandre Oliveira
Tavares

¹Universidade Pungué - Moçambique, nganhanehelio@gmail.com; ²Centro de Estudos Geográficos do Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa, Portugal, pmpsantos@campus.ul.pt; ³Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra, Portugal, atavares@dct.uc.pt

Palavras-Chave: Exposição; Regime jurídico; Gestão territorial.

Resumo

Moçambique é o terceiro país africano mais vulnerável a desastres de origem natural. Com as alterações climáticas, a frequência dos eventos extremos aumentou em todo país. As zonas urbanas, ribeirinhas e costeiras registam igualmente um aumento demográfico acelerado. Isto configura novos desafios de governação territorial, que deve atender a uma dicotomia entre os eventos hidroclimáticos extremos e ordenamento territorial que, respeite o regime jurídico de gestão de desastres. O artigo apresenta resultados parciais de uma pesquisa em curso para melhorar o sistema de gestão de risco e redução de desastres em Moçambique. Com o intuito de entender o funcionamento jurídico aplicado na governação de risco, bem como analisar a evolução histórica da gestão de riscos a desastres naturais desde o período da independência colonial em particular as para cheias. Do ponto de vista metodológico baseou-se na criação de base de dados local partindo de dados hemerográficos, em consultas bibliográficas de fontes históricas e em consulta documental de legislação aprovada desde 1975 até à atualidade, para questões relacionadas com os riscos naturais. Do ponto de vista jurídico, constatou-se que a nível nacional apresentam-se áreas identificadas com marcos de proibição de acordo como manda a lei, todavia observa-se que a população continua a construir nestas zonas vulneráveis ignorando por completo a sinalização colocada e consequentemente continuar com maior índice de exposição e vulnerabilidade a cheias. Quanto à governação de riscos e desastres de origem natural, notou-se que desde 1975 até 2020 houve uma evolução significativa do ponto de vista institucional e do nível de resposta permanente face a

emergências, persistindo ainda desafios relacionados com a comunicação institucional e descentralização, principalmente para ações de prevenção e preparação para enfrentar as emergências derivadas de desastres.

Keywords: Exhibition; Legal regime; land management.

Abstract

Mozambique is the third most vulnerable African country to natural disasters. With climate change, the frequency of extreme events has increased across the country. Urban, riverside and coastal areas are also experiencing an accelerated population increase. This sets new challenges for territorial governance, which must meet a dichotomy between extreme hydroclimate events and territorial planning that respects the legal regime for disaster management. The article presents partial results of an ongoing research to improve the risk management and disaster reduction system in Mozambique. In order to understand the legal functioning applied in risk governance, as well as to analyze the historical evolution of risk management for natural disasters since the period of colonial independence, in particular for floods. From a methodological point of view, it was based on the creation of a local database based on hemerographic data, on bibliographic consultations of historical sources and on documental consultation of legislation approved from 1975 to the present, for issues related to natural hazards. From a legal point of view, it was found that at national level there are areas identified with prohibition marks in accordance with the law, however it is observed that the population continues to build in these vulnerable areas, completely ignoring the signs placed and consequently continue with a higher rate of exposure and vulnerability to floods. As for the governance of risks and natural disasters, it was noted that from 1975 to 2020 there was a significant evolution from the institutional point of view and the level of permanent response to emergencies, with challenges still persisting related to institutional communication and decentralization, mainly for prevention and preparation actions to face emergencies caused by disasters.

Introdução

Moçambique nas últimas décadas aumentou a frequência de eventos extremos climáticos com muitos impactos e, em vários casos, com perdas humanas, infraestruturas sociais e económicas, como é o caso de: (i) ciclones (2015, 2016, 2017, 2019 e 2020); (ii) secas (as mais recentes são de 2016/2017, 2017/2018 e 2018/2019) e as (iii) cheias apresenta anualmente fatalidades sobretudo

nas grandes bacias hidrográficas (Bacia do Zambeze, Limpopo, Pungé, Save, Messalo e Licungo). Embora as alterações climáticas sejam apontadas como estando na origem de todos estes processos naturais e riscos associados, que colocam em exposição e em vulnerabilidade extrema a maioria das comunidades em Moçambique, a questão da estrutura de gestão do risco não deve ser desprezada no contexto nacional. Se, por um lado, houve por parte da política nacional de gestão saída da independência colonial, o trabalho de guiar várias frentes de revolução e desenvolvimento, por outro lado, colocavam-se os desafios de se criar uma estratégia nacional para enfrentar os riscos de origem natural, porque mesmo na era colonial os Portugueses já tinham uma estratégia de gestão de riscos para desastres no Território Moçambicano, que passava em implementar medidas estruturais (diques, barragens, drenagens, ect).

Vários autores como Tavares, (2018), Cutter *et al*, (2003) e Birkmann, (2007) mostram a importância da gestão municipal e local como base institucional para a implementação de medidas e práticas de gestão do risco, fundamentadas no envolvimento local. A perceção de risco sobre desastres naturais (inundações, sismos, deslizamentos, etc.) não é linear relativamente ao facto de se viver nas zonas vulneráveis (Malagodi and Pelligia, 2016). Também a existência de um regime jurídico que regula a forma de ocupação e usos do solo não é em si suficiente para proibir as comunidades de ocupar, por exemplo, as planícies inundáveis. Em Mocuba, Chimoio, e outras cidades municipais de Moçambique as autoridades do Instituto Nacional de Gestão e Redução de Riscos de Desastres (INGD) colocaram marcos de proibição de construção de habitações nas margens, de zonas inundáveis (Lei nº 15/2014) mas, contrariamente ao pretendido, continua a verificar-se o contrário, ou seja, as zonas continuam a ser habitadas. Este artigo pretende trazer uma análise da evolução do sistema de gestão de riscos a desastres naturais desde a independência de modo a encontrar elementos e aspetos a melhorar para reduzir o nível da exposição e vulnerabilidade a nível das comunidades tomando as cheias como um dos exemplo.

Material e Métodos

Com intuito de identificar os processos naturais que determinam elevados impactos humanos, materiais e ambientais numa escala provincial em todo território moçambicano e não se pretendendo usar as bases de dados internacionais, optou-se em criar uma base de dados de desastres de origem natural e de forma específica para inundações/cheias, seca e galgamentos costeiros. Esta base de dados faz parte de uma do projeto de pesquisa em andamento na Universidade de Coimbra. Apresenta-se apenas resultados referentes a cheias, para aferir se as reformas legislativas conseguem responder positivamente na redução dos impactos humanos.

Critérios de Input (entrada) na base de dados

O ponto de partida para definir os critérios é uma correlação entre a base de EM-DAT e DesInventar, porem mudando a escala nos critérios de registo (tabela 1). Optou-se em usar estas duas bases de dados como referência, porque ambas têm registos de desastres de moçambique e isso permitiu a validação. Mesmo que tenham limitações como referem vários autores (Adhikari et al., 2010; Guha-Sapir and Below, 2002; Rilo et al., 2017; J. L. Zêzere et al., 2014) continuam sendo as mais usadas em relatórios internacionais e em Moçambique em particular, por não ter nenhuma base local.

Tabela 1. Critérios e fontes de informação do EM-DAT e DesInventar

Base de Dados	Critérios de registo	Fonte de Informação
EM-DAT (CRED)	10≥ pessoas mortas 100≥ pessoas afetadas; Declaração de estado de emergência Pedido de ajuda internacional.	Agências da ONU, agências do governo dos EUA, fontes governamentais oficiais, centros de pesquisa, Fontes de Seguros, Imprensa publica e privada.
DesInventar	0≥ pessoas mortas 0≥ pessoas afetadas;	Inventários históricos (Hemerográficas, arquivos históricos) Inventários Cotidianos (Estatais, especializado e dados de campo)

Para a base de dados construída no âmbito da pesquisa foram considerados todos os eventos reportados nos jornais de âmbito nacional, regional, nos relatórios de várias estruturas governamentais e não-governamentais. Embora tenham sido usados relatórios, os jornais foram a fonte principal. Isto porque os jornais têm vantagens substanciais em relação a outras fontes de dados de desastres (Du et al., 2015; La-Red, 2019; Santos et al., 2014). Em primeiro lugar, jornais fornecer informações contínuas e quase completas para um amplo intervalo de tempo (Du et al., 2015; J L Zêzere et al., 2014) e tem informações para antes, durante e depois de um desastre (Du et al., 2015; Jiménez et al., 2012; Wilkins and Patterson, 1987). A tabela 2 apresenta de forma sumaria os critérios usados.

De forma a simplificar o trabalho sem descorar, a qualidade optou-se em adotar tabelas relacionais simples. É importante referir que as tabelas relacionais que foram usadas, são inspiradas dos trabalhos similares efetuados em Portugal (Santos et al., 2014; J L Zêzere et al., 2014), na china (Du et al., 2015) e na Espanha (Jiménez et al., 2012).

Na tabela 3 apresenta-se os atributos e identidades que foram preenchidos durante o período de 20 meses, através das fontes de informações, indicadas na tabela 2. O modelo usado foi relacional.

Opta-se por este modelo porque permite organizar e armazenar informações em tabelas (relações), de forma a estruturar as identidades e relacionamentos que seja interpretável e aceitem uma atualização dentro de seus conjuntos relacionais (Hansen and Hansen, 2009).

Tabela 2. Critérios e as fontes que alimentaram a base de dados RISCAR.

Base de Dados	Critérios de registo (não acumulativo)	Fonte de Informação	Cobertura	Período
RISCAR	0 ≥ pessoas mortas; 0 ≥ pessoas afetadas;	1. Jornal Noticias	Nacional	Desde 1926
	Relato de evacuação;	2. Diário de Moçambique	Nacional (com maior cobertura da Zona centro)	Desde 1951
	Impactos nas residências e infraestruturas;	3. Jornal O País	Nacional	
	Intervenção do governo para assistência;	Semanários Jornal Domingos	Nacional	Desde 2005
	Relato de bolsa de fome	Relatórios do Governo e Organizações não-governamentais. INGD DNGRH	Nacional	Desde 1980
			Nacional	Desde 1999

*INGD – Instituto Nacional d Gestão e Redução de Riscos de Desastres; DNGRH – Direção Nacional de Recursos Hídricos

Tabela 03. Proposta dos atributos a serem procurados nas fontes de informação

1. Fonte	2. Notícia	3. Localização
a) Nome	a) Título	a) Coordenadas
b) Data	b) Palavras-chave	b) Espacial geral
c) Observações	c) Extensão da notícia	c) Espacial específica
d) Link para fonte	d) Representatividade da ocorrência	d) Outros elementos
	e) Número de imagens gráficas	
	f) Título das imagens	
1. Forçadores	2. Impactos diretos	3. Perdas indiretas
a) Descrição genérica	a) Descrição genérica	a) Humanas
b) Descrição específica	b) Humanos	b) Materiais tangíveis
c) Indicador de processo – magnitude, severidade	i. Mortes	c) Materiais intangíveis
	ii. Feridos	
	iii. Desaparecidos	
	iv. Deslocados/refugiados	
	v. Evacuados	
	vi. Confinados	

NB: Nem todos estes critérios foram objetos de análise neste artigo mas fazem parte da base de dados.

Critérios de análise da evolução da legislação de desastres

Para aferir a evolução legislativa foi necessário primeiro fazer uma descrição histórica do ponto de vista de gestão institucional para responder a processos de riscos e emergências em Moçambique no pós-colonial. A legislação analisada consistiu em leis, decretos e resoluções. As leis analisadas foram a (1) Lei nº 16/1991 de 03 de Agosto; (2) Lei nº 20/97 de 01 de Outubro; (3) Lei nº 19/97, de 1 de Outubro; (4) Lei nº 19/2007 de 18 de Julho. (5) Lei nº 15/2014 de 20 de Junho (6) Lei nº 10/2020, de 24 de Agosto. Quanto a decretos analisou-se (1) Decreto nº 78/2019 de 19 de Setembro; (2) Decreto nº 07/2016 de 1 de Março, (3) Decreto nº 23/2008 de 1 de Julho; (4) Decreto nº 60/2006 de 26 de Dezembro; (4) Decreto nº 45/2006 de 30 de Novembro. Também foram objeto de análise algumas resoluções especificamente a resolução nº 19/1999 de 10 de Junho e a resolução nº 39/2017 de 14 de Setembro. Os critérios de análise consistiram: (1) aferir se é conferida o poder local e as comunidades para gestão e redução de desastres, (2) verificar a obrigatoriedade do mapeamento e identificação de áreas de riscos, (3) critérios de comunicação institucional antes, durante e depois de uma emergência e (4) a mobilização de recursos para fortalecimento da resiliência e resposta depois de eventos extremos.

Resultados e Discussão

Evolução dos riscos de cheias em moçambique com vítimas mortais

Os resultados da evolução de riscos de cheias, são mostrados usando uma escala de nível de província sendo Moçambique um país com 11 Províncias do ponto de vista administrativo. Como se referiu na secção de material e métodos usa-se uma base de dados própria construída no âmbito da tese doutoral na Universidade de Coimbra, que designa-se RISCAR, um acrónimo atribuído apenas para efeitos de identificação para validação apresenta-se em simultâneo, dados retirados do EM-DAT, uma base de dados internacional sobre desastres construída e constantemente atualizada pelo Centro de Pesquisa em Epidemiologia e Desastres da Universidade Católica de Louvain na Bélgica. A seguir apresenta-se dados sobre eventos de cheias (figura 1), número de eventos por província (Figura 2) e o número de pessoas feridas e mortas durante mesmo período em análise (figura 3). Realçar que o EM-DAT apresenta dados sobre Moçambique desde 1956 e a riscar desde 1926.

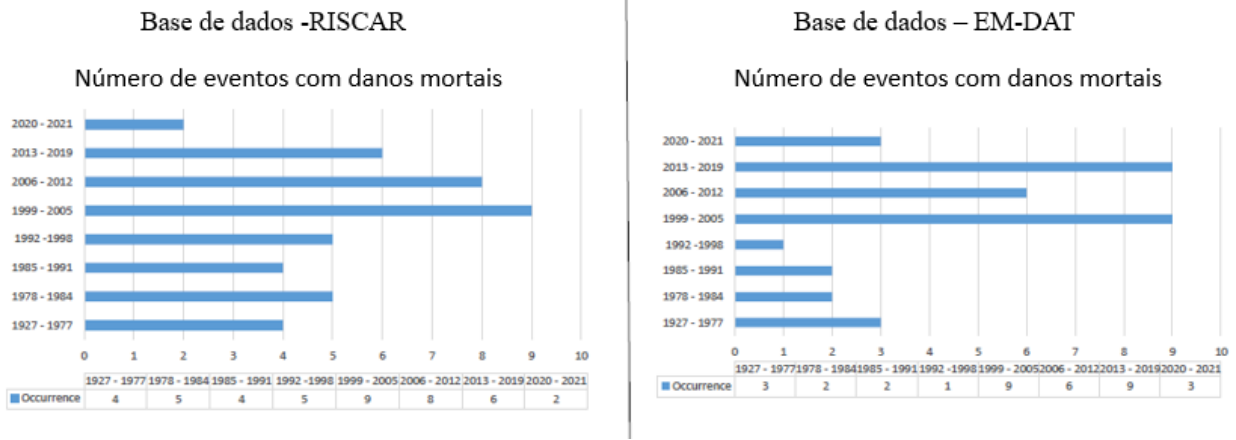


Figura 1. Número de eventos de cheias com vítimas mortais de 1927- 2021 em Moçambique.

Durante o período em análise ocorreram ao longo de todo o território moçambicano 43 eventos com danos mortais de acordo com a base de dados de construção própria RISCAR enquanto para a base de dados de EM-DAT refere que foram 35.

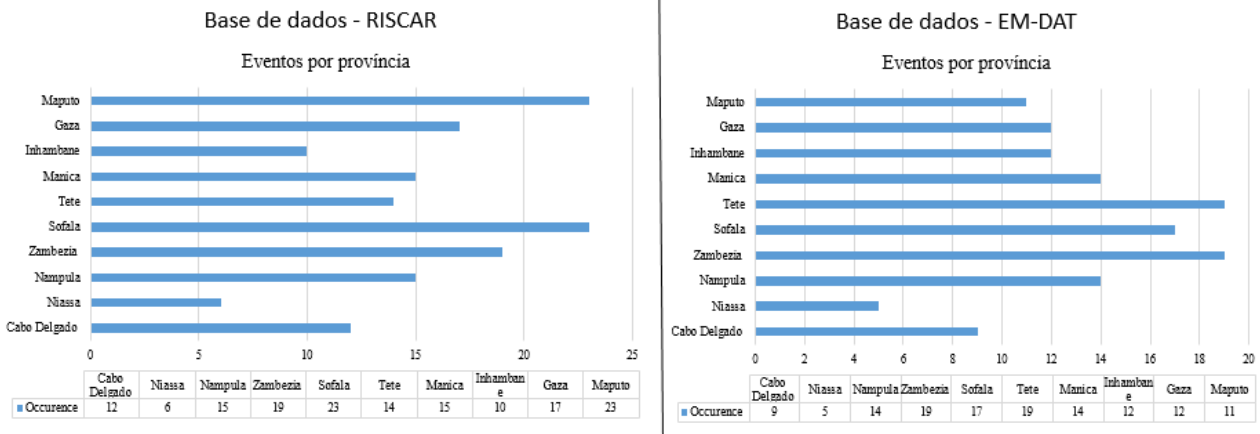


Figura 2. Eventos de cheias por província com vítimas mortais de 1927 – 2021 em Moçambique.

A base de dados RISCAR, aponta as Províncias de Maputo e Sofala como as que mais tiveram eventos de cheias com vítimas mortais, seguidas de Zambézia e Gaza. E as com menos vítimas mortais fora de Niassa e Inhambane. A base de dados da EM-DAT aponta as províncias de Tete e Zambézia como as que mais tiveram vítimas mortais, seguidas de Sofala e Manica. E as com menos vítimas mortais foram Niassa e Cabo Delgado.

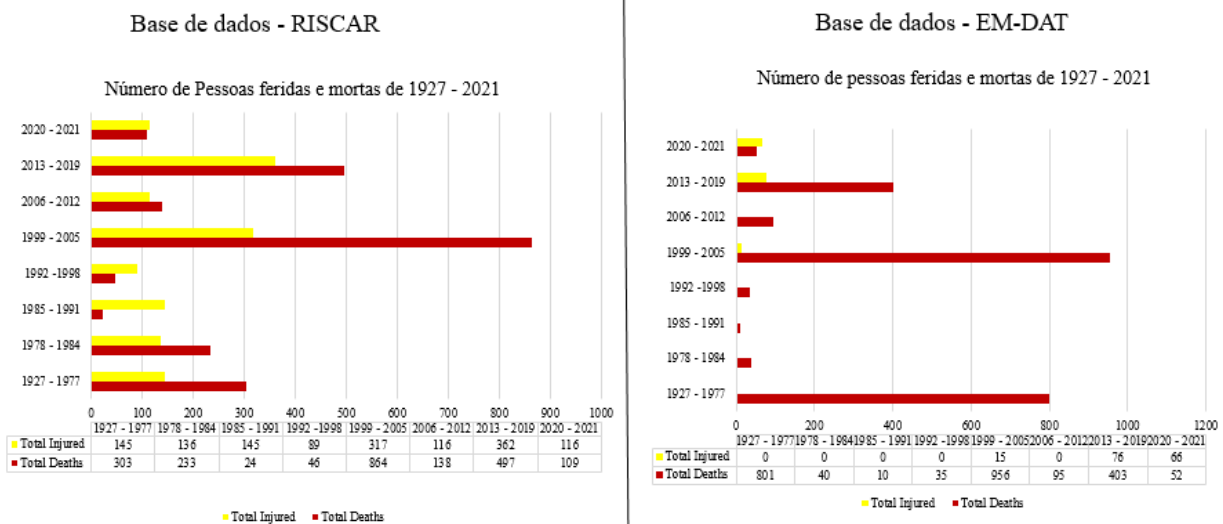


Figura 3. Número de feridos e mortes vítimas de cheias de 1927 – 2021 em Moçambique.

A base de dados de RISCAR apresenta um número de vítimas mortais ao longo de período em análise de 2220 pessoas e também 1426 pessoas feridas. A maioria das mortes assim como feridos foram registados em dois períodos distintos sendo o período de 1999-2005 com maior número e em seguida de 2013 – 2019. Para a base de dados do EM-DAT indica que o período com maior número de vítimas mortais foi 1999 a 2005 e seguido período 1927 – 1977. A base de dados do EM-DAT diferentemente do RISCAR apresenta poucos números de feridos apenas tendo registos que partem de 1999 á 2021.

Evolução da legislação para redução de desastres em Moçambique

Moçambique é um país independente desde 1975, que sofreu com sucessivos eventos extremos, e que se viu obrigado 5 anos depois da independência a criar instituições/órgãos capazes de gerir os mesmos. Do ponto vista legislativo, pode-se demarcar o Decreto Presidencial nº 44/80, de 3 de Setembro, como o primeiro instrumento legislativo específico que orienta o estado para redução de riscos de desastres. Embora desde a primeira constituição da República se tenha assumido a proteção das pessoas, bens e soberania nacional como um imperativo nacional.

Conquanto as cheias, inundações e secas tinham já alguma legislação regulamentar na lei de Águas de 1991 (Lei nº 16/91 de 03 de Agosto), presume-se que em termos de governação do risco de desastres, a maior fase de regulamentação encontra o seu início em 1999, com a aprovação da Política de Gestão de Calamidades (Resolução nº 18/99 de 10 de Junho). Este documento constitui o primeiro instrumento a definir o entendimento e a visão do Estado moçambicano para enfrentar

a ciclicidade dos eventos extremos face às alterações climáticas. Em 2014 é aprovada a Lei nº 15/2014 de 20 de Junho, na qual pretendia-se dar resposta a algumas das diretrizes da política de gestão de calamidades. Esta lei deu ênfase a ações de preparação/prevenção, socorro e assistência durante a emergência e a respetiva reconstrução e recuperação. Esta lei foi regulamentada em 2016 através do Decreto nº 7/2016 de 21 de Março. Muito recentemente foi aprovado o Decreto nº 78/2019 de 19 de Setembro que regula questões de funcionamento de diques de proteção contra cheias e inundações. A Covid-19 veio mostrar as que a legislação e aparelho institucional estava desajustado ao contexto atual de instituições de proteção civil e humanitárias que em outros países já funciona (Brasil, Portugal, Espanha e Africa do Sul com quais Moçambique inspira-se). Para resolver esta lacuna legislativa aprovou-se a Lei nº 10/2020, de 24 de Agosto (Lei de Gestão e Redução do Risco de Desastres), o qual muda até a designação da instituição, passando de Instituto Nacional de Gestão de Calamidades (INGC) para Instituto Nacional de Gestão e Redução do Risco de Desastres (INGD).

Estas normas legislativas acima expostas foram sendo conjugadas com outras que regulam a gestão territorial, esquematicamente são resumidas na figura 4.

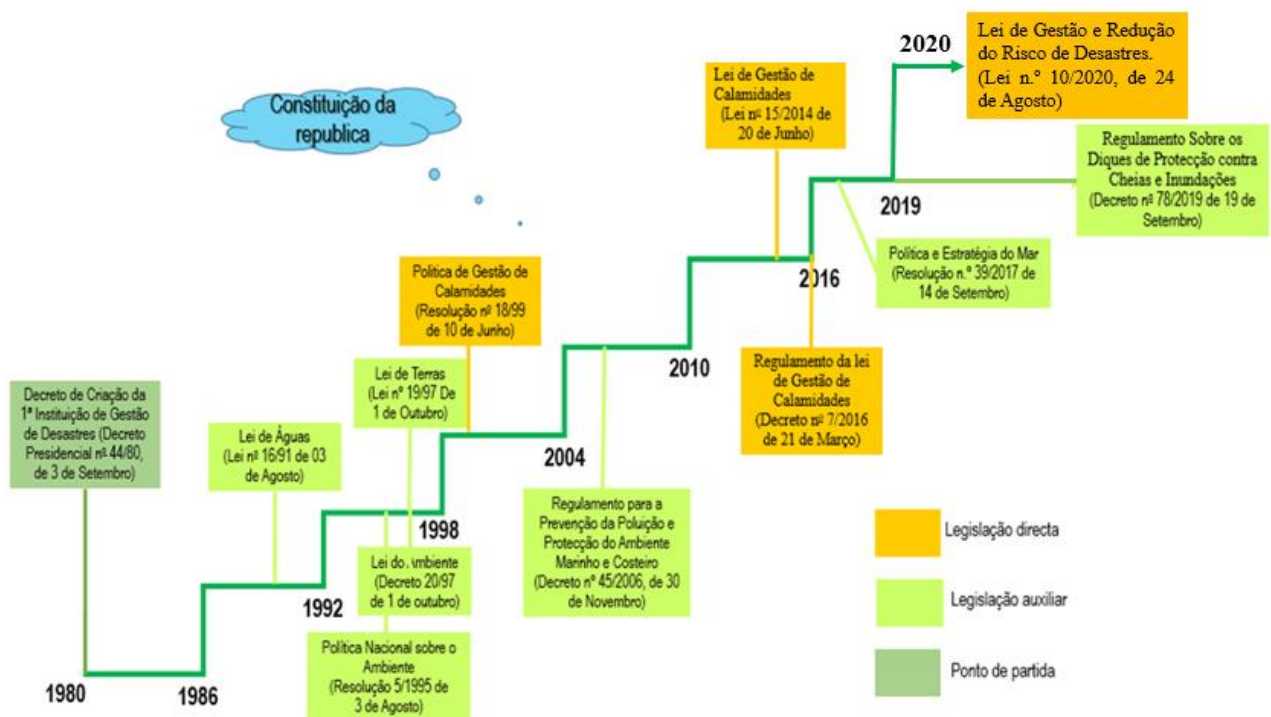


Figura 4. Legislação aplicada na Gestão de Riscos em Moçambique.

Depois de eventos sucessivos da seca, cheias e ciclones, entre 2000 á 2013, percebeu-se que a política de gestão de calamidades implementada desde 1999 não havia trazido grandes mudanças,

dados que persistiam muitas mortes e as perdas económicas, sobretudo em casos de inundações, seca e tempestades, por isso em 2014 aprovou-se a Lei no 15/2014, em substituição da resolução de Resolução no 19/99 traduzida em um regulamento aprovado pelo Decreto nº. 7/2016, de 21 de Março. Esta nova lei estabeleceu o regime jurídico da gestão das calamidades, compreendendo a prevenção, mitigação dos efeitos destruidores dos desastres de origem natural, com inovação que distingue e demarca esta lei da antiga é que fazia a identificação de áreas vulneráveis e colocava-se marcos como sinal de proibição de construção de infraestruturas habitacionais, figura 5. O então INGC procurou envolver-se cada vez mais com as comunidades (através de comités comunitários de gestão de calamidades) e gestão local (sobretudo municipais e distritais). Passou a ser uma obrigação de todos os governos locais ordenar o território para evitar a construção em zonas vulneráveis a inundações.

A Lei nº15/2014, de 20 de Junho, constituía um instrumento inovador no sistema de gestão de desastres de origem natural em Moçambique, porque de acordo com o artigo 3 da presente Lei, pode-se compreender que esta norma visa *stritu sensu*, reduzir os impactos dos desastres de origem natural aliando a frequência dos eventos extremos. E o regulamento, aprovado pelo Decreto nº. 7/2016, de 21 de Março, vem aprimorar as inovações delimitadas na lei.



Figura 5. Zona proibida a construção de casa em Mocuba.

Fonte autores – 2019.

Ao nível da Política de Gestão de desastres, no que tange ao mapeamento de risco, estabelece no Capítulo IV, que torna-se imperioso o envolvimento da sociedade civil no desenho de programas e planos de acção de prevenção das calamidades. Com este envolvimento permitiria que as

comunidades se engajassem cada vez mais e se comprometessem com ações concretas com vista a salvaguardar a sua segurança.

Em relação as autarquias e governos locais, estes passaram a ter obrigação de apresentar um plano detalhado, onde elucidam claramente quais as zonas de risco, o que pressupunha permitir as entidades competentes conhecer as prováveis ocorrências de perigos ou outros eventos extremos que podem resultar em desastres, tanto como os locais suscetíveis de maior impacto.

A atual lei aprovada para acomodar a emergência derivada da Covid-19 (Lei nº 10/2020, de 24 de Agosto), consolidou o que a anterior já detinha mas trás elementos de inovação e consentâneos a várias literaturas de gestão e redução de risco de desastres porque por exemplo, privilegia: (1) ações de construção da resiliência humana, infraestruturas e dos ecossistemas bem como a adaptação às alterações climáticas. (2) Ações descentralizadas aos poderes locais na gestão de processos de redução do risco de desastres, uma inversão da pirâmide invés do “*top – down*” que era característico passa a ser o “*down-top*”, (3) A criação de um Fundo de Gestão de desastres para responder as demandas de preparação das comunidades para ser mais resilientes a eventos extremos. Estes três exemplos parece ser grandes ganhos desta lei, embora tenham outros como é o caso de reconhecer outros riscos fora daqueles de origem natural que possa configurar em desastres.

Modelo de Gestão de Desastres em Moçambique e seus desafios

A gestão de desastres naturais em Moçambique conheceu uma evolução ao longo do tempo, que compreende desde o tempo do período colonial e depois da independência nacional em 1975. Isto justifica-se pelo facto de Moçambique recorrentemente sofrer devido a eventos extremos de origem natural, tal como no período colonial. Com efeito, têm-se reportadas naquele período as secas severas de 1940/41, 1943/44; 1948/49; 1950/51; 1953/54, 1959/60, 1963/64, 1965/66, 1967/68, 1969/70 e 1972/73 (Artur and Hilhorst, 2011; Santos and Henriques, 1999), e as inundações com vítimas mortais e danos em infraestruturas em 1926, 1938, 1939, 1940, 1944, 1948, 1952, 1955, 1958, 1961, 1963, 1966, 1968, 1969, 1970 (Taveira, 1943; Chidiamassamba & Liesegang, 1997; Beilfuss, 2005; INGC, 2008; Artur, 2011). Este cenário já obrigava os portugueses a terem uma estratégia de gestão de riscos de desastres no território moçambicano para salvaguardar seus interesses, passou por construir diques e barragens de retenção da água para uso no período seco e para controlo de cheias. São, contudo, de realçar as alterações introduzidas no sistema estrutural de gestão de riscos após independência, destacando-se as metamorfoses institucionais, que em seguida faz-se um resumo.

Durante o período de transição da revolução em 1974 e 1977, Moçambique independente é desafiado com as cheias dos rios Limpopo e Zambeze. Para responder a situação de emergência é

criado o primeiro organismo público chamado de “*Comissão Interprovincial das Calamidades Naturais e Aldeias Comuns (CIPCNAC)*”. O CIPCNAC teve constrangimentos relacionados ao período de transição e de formação do novo estado, que Moçambique atravessava, tendo sido afetado por isso, por fraca mobilização de recursos e de reptos ao nível da coordenação.

Em 1980 o Governo criou o “*Conselho Coordenador de Prevenção e Combate às Calamidades Naturais (CCPCCN)*”, liderado pelo Primeiro-Ministro, onde foi criado o Departamento de Prevenção e Combate às Calamidades Naturais (DPCCN) como órgão executivo do conselho. Este departamento embora tenha surgido pelo CCPCCN recebia comando directo do Ministro da Cooperação. Com a estrutura centralizada e com o conflito armado (surgido após a independência nacional protagonizado pela RENAMO), o CCPCCN não conseguiu dar resposta e muito menos centrar suas actividades nas calamidades naturais, por isso, em 1987 foi criada a Comissão Executiva Nacional de Emergência (CENE) em substituição do CCPCCN. Com o surgimento do CENE foram instituídas as Comissões Provinciais de Emergência (CPE) em todas as províncias, o que consistiu num dos primeiros sinais da descentralização segundo Coelho (2004). O CENE passou a ter duas estruturas dentro da sua organização, a primeira era o Conselho Técnico da Emergência (CTE) que coordenava com outras instituições do Estado e o Comité das Operações de Emergência (COE) que coordenava com os parceiros e doadores internacionais (Ratilal, 1989 apund Coelho, 2001).

Depois da guerra civil houve um momento de mudança em termos de funcionamento estatal, em 1994 o CENE deixou de funcionar e, após conversações e troca de experiências com os doadores internacionais, em 1999 foi criado o Instituto Nacional de Gestão de Calamidades (INGC), que substituíu o DPCCN (Coelho, 2001). De forma resumida apresenta-se esquematicamente as transformações institucionais havidas desde o período da independência até 2018 na figura 6.

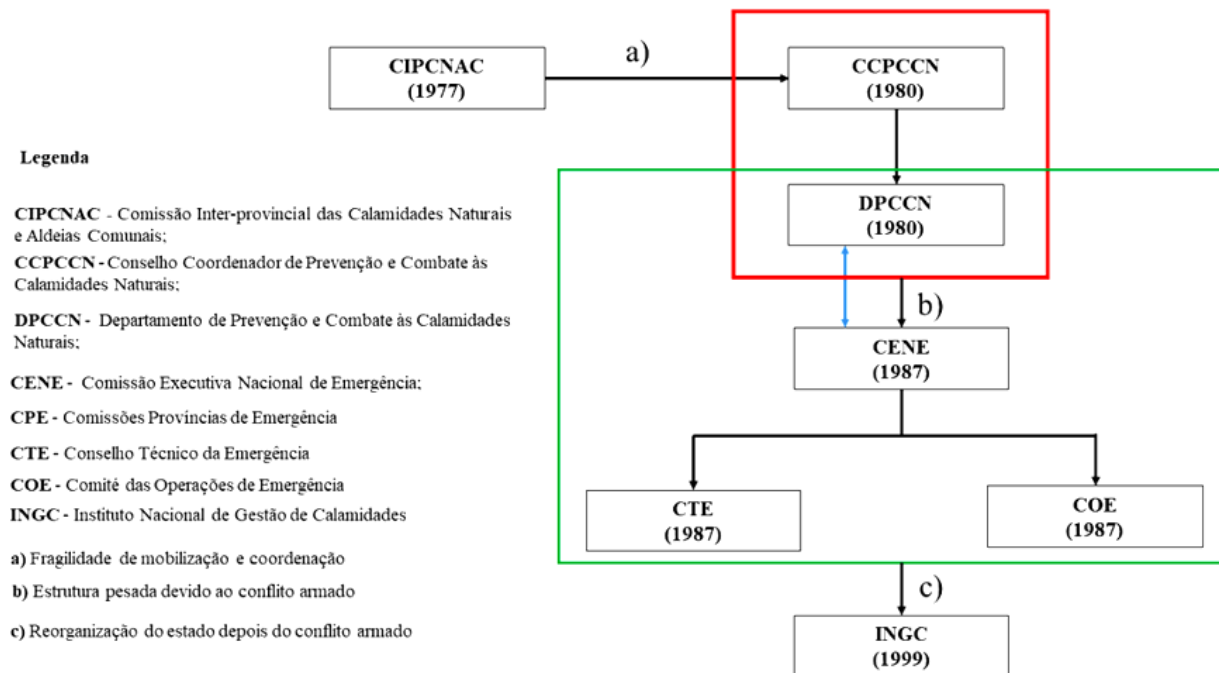


Figura 6. Evolução institucional da gestão de desastres naturais em Moçambique - Adaptado pelos autores.

O INGC foi acompanhado por orientações de Política Nacional de Gestão de Calamidades, aprovadas pela Resolução Nº 19/99 de 10 de Junho, no Conselho de Ministros. Esta política trazia directrizes de orientação para prevenção e envolvimento das comunidades na preparação dos planos de gestão de riscos. Mesmo com este avanço ao nível do edifício legal e institucional continuou havendo uma tendência centralizada e pouco flexível na gestão, como foi citado. A centralização, nesta perspectiva, pressupõe que o Estado seja, por si só, capaz de enfrentar e resolver os problemas o que no caso da resposta às calamidades naturais, algo que os acontecimentos recentes têm mostrado ser cada vez mais duvidoso. De facto, apesar dos esforços para melhorar as políticas de resposta estatais, nomeadamente com a criação do INGC na sequência da análise dos erros do DPCCN, e com um maior esforço de coordenação, as cheias de 2000 e 2001 revelaram as graves fragilidades do Estado neste domínio (Wiles et al., 2005).

Do ponto de vista de desafios e partindo pressuposto de que a gestão de riscos, de acordo com o modelo cíclico, envolve duas etapas de ação – onde a primeira consiste na avaliação do problema e avaliação do risco, baseado nos recursos, no levantamento e cartografia dos processos de risco, e a segunda que trata da caracterização e análise do risco mas assente nas preocupações e dados anteriores (Tavares, 2018) – então mostra-se categoricamente que existe ainda uns desafios na gestão para redução de riscos de desastres em Moçambique. Com efeito, estas duas etapas, embora

previstas de forma documental e legislativa, na prática não se refletem em evidências públicas e materiais de consultas tais como mapas de risco atualizados, diagnósticos de perigosidade, exposição e vulnerabilidade perante vários processos físicos. O que existe na maioria das vezes são relatórios de auditorias que nem sempre são públicos. Existe vários trabalhos acadêmicos mas não sistematizados.

O segundo desafio no Sistema de Gestão de Riscos Moçambicano (SGRM) é a falta de dados públicos sobre processos de riscos ou de desastres ocorridos no passado, que possam servir de base para estudos e preparação de planos de prevenção para o próprio governo ou mesmo por iniciativas individuais ou comunitárias. Vários autores vêm mostrando que *“informações históricas, nomeadamente, registos de base de dados de longo prazo, são um importante ponto de partida de diagnóstico de gestão de riscos ..., permitindo a avaliação do risco através de matrizes de riscos e sendo uma primeira abordagem eficaz para validação de políticas públicas”* (Rilo et al., 2017).

Muitos dos relatórios e planos produzidos pelas entidades públicas e privadas nacionais, assim como de organismos internacionais, baseiam-se em informações fornecidas em bases de dados internacionais, como o EM-DAT¹, DesInventar² e tantas outras bases. Embora seja uma necessidade, estas bases de dados sobre desastres naturais amplamente usadas, mostram ainda algumas fragilidades e, por vezes, com atualizações precárias para Moçambique, como conforme pode-se depreender na citação a seguir:

A principal fraqueza com estas bases de dados de desastres é a falta de metodologias e definições padronizadas. Existem problemas sobre categorias tão soltas quanto as pessoas "afetadas" pelo desastre. Muitos dos dados são extraídos de uma variedade de fontes públicas: jornais, relatórios de seguros, agências de ajuda, etc. A informação original não é especificamente recolhida para fins estatísticos (Guha-Sapir and Below, 2002).

Ter uma base de dados fiável e muito próxima à realidade local é um imperativo para uma boa gestão de desastres naturais. As bases de dados locais continuam a ser largamente usadas e influenciam em muitas decisões relativas às políticas de gestão de desastres de origem natural, como se pode perceber na citação de Zêrere et al., (2014) ao referir que:

O desenvolvimento de bancos de dados de desastres naturais é absolutamente decisivo para fins de gestão de risco (Devoli et al. 2007), porque destaca as relações entre a ocorrência de fenómenos naturais perigosos e a existência de elementos

¹ Significado de EM-DAT - Emergency Events Database

² Significado de DesInventar - Sistema de inventario de efectos de desastres

vulneráveis (por exemplo, pessoas, ativos e atividades). Quantificado através de perdas humanas e materiais (J. L. Zêzere et al., 2014).

O terceiro desafio no SGRM é a falta de conexão das políticas governamentais com as comunidades, ou seja, um déficit de comunicação entre os principais atores interessados, a comunidade, os gestores públicos, as organizações não-governamentais nacionais e internacionais que operam nas ações humanitárias e as academias.

Existe um consenso na governação de risco sobre a importância da comunicação em aspetos de gestão, tanto para questões de prevenção e emergência, como mesmo para recuperação. De forma sumária, destaca-se o referenciado pelos autores Aven & Renn, 2010; Kellens, Terpstra, & De Maeyer, 2013; Renn & Klinke, 2013; Tavares, 2010, 2018; Wachinger, Renn, Begg, & Kuhlicke (2013) ao dizer que a comunicação é importante pois: (1) Permite a ligação entre as partes interessadas; (2) Permite entender a lógica dos resultados e das decisões tomadas; (3) Facilita a tomada de decisão equilibrando os conhecimentos técnicos e científicos com interesses pessoais, preocupações, crenças e valores; (4) Promove a confiança institucional, a cooperação pessoal e organizacional, o reconhecimento da informação e a tolerância sobre pontos de vistas conflitantes; (5) Permite a inclusão de práticas locais nas medidas de gestão do risco, articulando com os instrumentos de ordenamento territorial. De forma esquemática faz-se o resumo na figura 6, dos principais desafios (lacunas) na gestão de risco de desastres naturais em Moçambique.

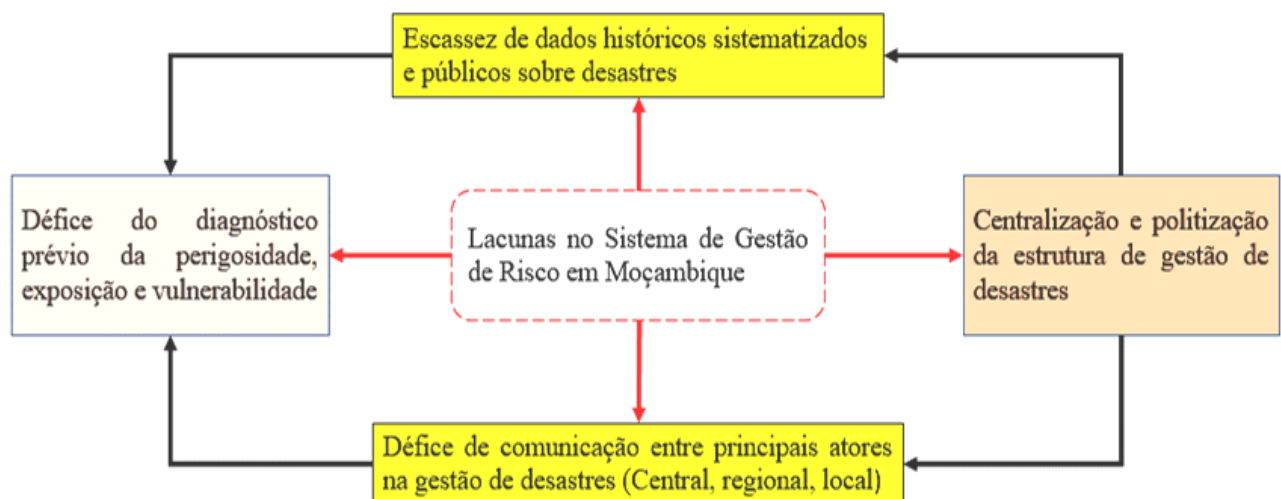


Figura 5. Desafios (lacunas) do Sistema de Gestão de Riscos a desastres naturais em Moçambique.

Fonte: Autor

Considerações Finais

As ciências do risco são novas se comparadas com outras e sua aplicação em questões de emergência continua sendo um dos grandes imperativos para vários países como Moçambique. No início concentravam-se bastante nas questões relacionadas ao processo físico (perigo) e aspetos sociais (exposição). Atualmente evoluíram tanto, integram os processos de perigo e estratégias de gestão que valoriza aspetos naturais, tecnológicos, sociais e até culturais. Também tem sido apontado que a relevância da gestão das crises é salientada quer pelo impacto nas políticas e nos atores (Tavares, 2018), quer pelo condicionamento das organizações, bem como pela importância da decisão territorial (Alexander, 2016; Tavares, 2018; Wehn et al., 2015). Neste artigo pode-se perceber que a gestão de riscos a desastres em moçambique esta num processo de crescimento e de modernização, apontado como um dos melhores modelos dos países em via de desenvolvimento. Constituem ainda um dos grandes pontos fortes do modelo de gestão de desastres moçambicano a questão de ter documentos legislativos consentâneos a questões de riscos naturais, tecnológicos, conflitos armados e biológicos recentemente aprovados influenciados pela Covid-19.

É ainda um desafio a aplicação de legislação ligada a redução de riscos de desastres, sobretudo quando afeta territórios próximos a zonas urbanas, de grandes centros comerciais e aproximações a zonas de prática de agricultura no caso de zonas de domínio fluvial. Contudo os gráficos mostram uma tendência de redução dos impactos pois a exposição diminui nas zonas de domínio fluvial, mas não é significativa pois aumentou a exposição e vulnerabilidade a cheias em meios urbanos. Mostra-se urgente e necessária maior articulação institucional entre governos locais e autoridades ligadas a gestão de redução de riscos pois embora haja legislação específica é menos aplicada e respeitada. Também se configura necessário a educação contínua das comunidades como atores principais para que a legislação tenha o efeito desejado que é reduzir os riscos de desastres e fortalecimento da sua resiliência.

Quanto a educação comunitária referida anteriormente é procedente de constatações verificadas ao longo da pesquisa e que a população tem dado uma resposta inadequada aquando de avisos antecipados para abandonar locais de risco para locais seguros antes e durante uma emergência. Foi notório em eventos do ciclone IDAI e KENNETH em 2019, tanto como nos anteriores, a população descredibilizar e desvalorizar os alertas acionados pelo Governo, suportadas pela previsão fornecida pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INAM), fundamentadas as vezes por, zelo ao seu património, com receito de furto pelos oportunistas durante a emergência, falta de noção da magnitude dos impactos durante um evento extremo e pela falta de partilha e/ou conhecimento

de existência de um local seguro com as condições mínimas criadas para sua acomodação/reassentamento.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Universidade Pungue, do IPI, do ARPAC, da Biblioteca Nacional de Moçambique e da Biblioteca Municipal do Porto - Portugal, pela assistência, apoio financeiro e técnico para seguimento da Pesquisa.

Referências Bibliográficas

- Adhikari, P., Hong, Y., Douglas, K.R., Kirschbaum, D.B., Gourley, J., Adler, R., Robert Brakenridge, G., 2010. A digitized global flood inventory (1998–2008): compilation and preliminary results. *Nat. Hazards* 55, 405–422. <https://doi.org/10.1007/s11069-010-9537-2>
- Alexander, D. (David E., 2016. How to write an emergency plan. Dunedin Academic Press.
- Artur, L., 2011. Communities in Crisis: everyday practices of disaster response and climate adaptation in Mozambique.
- Artur, L., Hilhorst, D., 2011. Everyday realities of climate change adaptation in Mozambique. *Glob. Environ. Chang.* 22, 529–536. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.11.013>
- Aven, T., Renn, O., 2010. Risk Management and Governance: Concepts, Guidelines and Applications, Risk Governance and Society. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-13926-0>
- Birkmann, J., 2007. Environmental Hazards Risk and vulnerability indicators at different scales: Applicability, usefulness and policy implications Risk and vulnerability indicators at different scales: Applicability, usefulness and policy implications. *Environ. Hazards*. <https://doi.org/10.1016/j.envhaz.2007.04.002>
- Coelho, J.P.B., 2004. Estado, comunidades e calamidades naturais no Moçambique rural, in: Reinventar a Emancipação Social: Para Novos Manifestos 4. Porto, pp. 183–204.
- Cutter, S.L., Boruff, B.J., Shirley, W.L., 2003. Social vulnerability to environmental hazards. *Soc. Sci. Q.* 84, 242–261. <https://doi.org/10.1111/1540-6237.8402002>
- Du, S., Gu, H., Wen, J., Chen, K., Van Rompaey, A., 2015. Detecting flood variations in shanghai over 1949-2009 with Mann-Kendall tests and a newspaper-based database. *Water (Switzerland)* 7, 1808–1824. <https://doi.org/10.3390/w7051808>
- Guha-Sapir, D., Below, R., 2002. The Quality and Accuracy of Disaster Data: a Comparative Analyses of Three Global Data Sets 18.
- Hansen, G.W., Hansen, J. V., 2009. Diseño y administración de bases de datos.
- Jiménez, J.A., Sancho-García, A., Bosom, E., Valdemoro, H.I., Guillén, J., 2012. Storm-induced damages along the Catalan coast (NW Mediterranean) during the period 1958-2008. *Geomorphology* 143–144, 24–33. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2011.07.034>
- Kellens, W., Terpstra, T., De Maeyer, P., 2013. Perception and Communication of Flood Risks: A Systematic Review of Empirical Research. *Risk Anal.* 33. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2012.01844.x>

- La-Red, 2019. Challenge of informations sources - Global Disaster Loss Collection Initiative [WWW Document]. URL https://www.desinventar.net/data_sources.html (accessed 5.24.19).
- Malagodi, C.C., Peloggia, A.U.G., 2016. Vulnerabilidade e risco em um assentamento urbano na planície de inundação do rio Tietê no Município de São Paulo. *Rev. do Inst. Geológico* 36, 47–60.
- Renn, O., Klinke, A., 2013. A Framework of Adaptive Risk Governance for Urban Planning. *Sustainability* 5, 2036–2059. <https://doi.org/10.3390/su5052036>
- Rilo, A., Tavares, A., Freire, P., Santos, P.P., Zêzere, J.L., 2017. The contribution of historical information to flood risk management in the Tagus estuary. *Int. J. Disaster Risk Reduct.* 25, 22–35. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2017.07.008>
- Santos, P.P. dos, Tavares, A.O., Zêzere, J.L., 2014. Risk analysis for local management from hydro-geomorphologic disaster databases. *Environ. Sci. Policy* 40, 85–100. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.12.007>
- Santos, M., Henriques, G., 1999. Characterization of Meteorological Drought in Mozambican., in: *International Conference on Integrated Drought Management- Lessons for Sub-Saharan Africa*. Pretoria 20-22. Pretoria.
- Tavares, A.O., 2018. Modelos de Gestão dos Riscos e as Políticas Públicas. *Riscos- Assoc. Port. Riscos, Prevenção e Segurança*. <https://doi.org/10.14195/978-989-26-1697-1>
- Tavares, A.O., 2010. Riscos Naturais e Ordenamento do Território—Modelos, Práticas e Políticas Públicas a partir de uma reflexão para a Região Centro de Portugal. *Prospect. e Planeam.* 17, 33–55.
- Wachinger, G., Renn, O., Begg, C., Kuhlicke, C., 2013. The risk perception paradox-implications for governance and communication of natural hazards. *Risk Anal.* 33, 1049–1065. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2012.01942.x>
- Wehn, U., Rusca, M., Evers, J., Lanfranchi, V., 2015. Participation in flood risk management and the potential of citizen observatories: A governance analysis. *Environ. Sci. Policy* 48, 225–236. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.12.017>
- Wiles, P., Selvester, K., Fidalgo, L., 2005. *The World Bank Learning Lessons from Disaster Recovery: The Case of Mozambique*.
- Wilkins, L., Patterson, P., 1987. Risk Analysis and the Construction of News. *J. Commun.* 37, 80–92. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1987.tb00996.x>
- Zêzere, J. L., Pereira, S., Tavares, A.O., Bateira, C., Trigo, R.M., Quaresma, I., Santos, P.P., Santos, M., Verde, J., 2014. DISASTER: A GIS database on hydro-geomorphologic disasters in Portugal. *Nat. Hazards* 72, 503–532. <https://doi.org/10.1007/s11069-013-1018-y>
- Zêzere, J L, Pereira, S., Tavares, A.O., Bateira, C., Trigo, R.M., Quaresma, I., Santos, P.P., Santos, M., Verde, J., 2014. DISASTER: a GIS database on hydro-geomorphologic disasters in Portugal 72, 503–532. <https://doi.org/10.1007/s11069-013-1018-y>

AVALIAÇÃO DO USO SUSTENTÁVEL DA ARBORIZAÇÃO URBANA EM MARINGÁ, PARANÁ

| ID 19271 |

**1Renan Henrique Oliveira Longhini, 2Ana Claudia Valério Soares, 3Nicolas Roberto Neckel,
4Generoso de Angelis Neto**

1Universidade Estadual de Maringá, e-mail: rrlonghini@gmail.com; 2Universidade Estadual de Maringá, e-mail: anaclaudiavsoares@gmail.com; 3Universidade Estadual de Maringá, e-mail: nicolas_neckel@hotmail.com; 4 Universidade Estadual de Maringá, e-mail: ganeto@uem.br

Palavras-chave: arborização urbana; plano de gestão; sustentabilidade.

Resumo

A arborização é um elemento paisagístico de extrema importância para as cidades. Além de embelezá-las, possui grande potencial em mitigar as modificações advindas das ações antrópicas, sendo estas as ilhas de calor, poluição do ar, alagamentos urbanos e contaminação do solo. As árvores trazem equilíbrio ambiental ao meio a partir do controle climático, da absorção da radiação solar excessiva e do sombreamento e resfriamento. Neste contexto, foi analisado o uso sustentável das árvores da cidade de Maringá, a partir de um levantamento quali-quantitativo já existente da arborização existente no município, visando compreender os espécimes arbóreos disponíveis e a disposição viária destes, bem como diagnosticar seu estado fitossanitário e, por fim, analisar as ações de planejamento de arborização urbana, tendo por base o Plano de Gestão da Arborização Urbana (PGAU).

A partir da análise de uma área de estudo pré-definida, verificou-se o registro de 132, sendo essas arbóreas, arbustivas e palmeiras, sendo que a maioria dessas espécies foi inserida por meio de plantios irregulares. Desse total, 43 espécies são nativas, o que indica uma riqueza de espécies nativas da região. Por outro lado, constatou-se 19 espécies invasoras, ou seja, espécies não nativas desta região. No que diz respeito a Densidade Relativa (DR) destas árvores, o Sistema de Informações Geográficas (SIG) SEMAARVORES mostra que grande parte das espécies dispõe de um DR tido como recomendável, que é de 10 a 15%.

Quanto ao porte arbóreo, verificou-se que as árvores se dividem em duas categorias quanto à altura: jovens (mudas até 3 metros de altura) e regulares (altura superior a 3 metros). Das 65.540

árvores analisadas, 53.591 são regulares (81,77%) e 11.949 são jovens (18,23%), sendo que a média de altura varia entre 6,7m e 7,4m. Entretanto, vem havendo uma substituição irregular de espécies de médio e grande porte por espécies arbustivas.

No que tange as condições fitossanitárias, verificou-se que, das 65.540 árvores, 18,23% foram consideradas “boas”, 49,24% “satisfatórias” e 35,52 “sofríveis” ou “ruins”. Tais números evidenciam um manejo inadequado das árvores, que corrobora para dispersão de pragas e doenças. Além disso, árvores em condições ruins tendem a cair mais facilmente em dias de chuva forte e/ou temporais, algo que vem se tornando corriqueiro no cotidiano dos maringenses. Os dados coletados indicam uma certa complexidade na situação das árvores e reforça a necessidade de se promover planejamentos que sejam capazes de agilizar a vistoria e o monitoramento destas árvores que se encontram em piores condições, de modo a facilitar um plano de ação e minimizar não apenas as condições destas, bem como os danos oriundos desta condição ou da queda da árvore.

Os dados do PGAU indicam também que o plantio de mudas quase que supriu por completo a quantidade de árvores que foram removidas das vias públicas. Além disso, a administração pública vem irrigando as árvores frequentemente durante os períodos de estiagem, bem como podando-as, só que em excesso: 72,74% das árvores foram podadas em excesso – o que pode ser ruim, pois acarreta em custos operacionais maiores e pode fazer com que as árvores cresçam mais e venham a atingir a rede elétrica.

É considerado positivo o fato de que o PGAU dispõe de diversos instrumentos para orientar na escolha das espécies que devem ser utilizadas na arborização, como diretrizes para elaboração de projetos de arborização de novos loteamentos, procedimentos de poda ou então regras de prioridades para os serviços de poda e remoção, orientar a criação e gestão do Comitê de Monitoramento da Arborização Urbana, e ajuda a gerir o sistema integrado para monitoramento e gestão da arborização urbana.

Deste modo, conclui-se que, a administração pública da cidade de Maringá vem tratando a arborização como um tema relevante e importante ambiental, social e economicamente. Considerando que o desenvolvimento sustentável seja aquele que preza pela permanência ou durabilidade da estrutura de funcionamento, de todos os processos produtivos nos quais a sociedade contemporânea está assentada, a catalogação, análise e diagnóstico dos espécimes arbóreos é capaz de trazer ao planejamento urbano, especialmente na questão da arborização, justamente este tipo de desenvolvimento. Assim sendo, estes processos que compõe o estudo e o entendimento das árvores dentro dos espaços urbanos auxiliam não somente na compreensão da perpetuação destes, mas também colaboram para incorporar a sustentabilidade como um todo. A manutenção, revisão e

aprimoramento do PGAU é o que pode levar Maringá a continuar desfrutando do título de “cidade-verde”.

Introdução

Em uma cidade se configuram diversas paisagens, sejam elas obras de caprichos da natureza, sejam elas resultantes da ação antrópica no território que a dota de elementos físicos estacionários (LYNCH, 2011, p. 1). A arborização configura uma destas diversas paisagens e vem se tornando um tema cada vez mais relevante para os centros urbanos. Isto se dá devido a constante modificação que as paisagens destes meios vêm sofrendo, aliado as alterações com potencial para afetar o equilíbrio ambiental dos mesmos. Tais modificações são oriundas dos processos de desenvolvimento sociais e econômicos vivenciados pela sociedade contemporânea (LOCASTRO et al., 2017)

Arborizar revela um grande potencial para elencar um desenvolvimento urbano sustentável, capaz de mitigar problemas ambientais como os efeitos das ilhas de calor, poluição do ar, alagamentos urbanos e contaminação do solo. Por este e outros motivos, a arborização ou rearborização dos espaços urbanos tem se tornado uma escolha extremamente popular a diversos municípios ao redor do globo, especialmente os de países desenvolvidos (BOWLER et al., 2010; NOWAK et al. 2018; ZHANG et al., 2015; GULSRUD et al., 2018)

Quanto ao processo de urbanização, Lombardo (1985) relata que a cidade, quando construída de forma desordenada, tem potencial para gerar problemas ambientais de maior abrangência, como aumento da geração de gases poluentes, degradação do solo e desconforto ambiental, especialmente nos aspectos térmico, acústico e visual. Neste contexto, as administrações públicas vêm buscando gerir as cidades de modo a garantir um desenvolvimento tido como sustentável, ou seja, que integre os interesses sociais e econômicos com as possibilidades e os limites que a natureza define. Isto significa que tal desenvolvimento deve discutir a permanência ou durabilidade da estrutura de funcionamento de todo o processo produtivo sobre o qual está assentada a sociedade humana contemporânea, fazendo com que a mesma reconstrua a forma como interage com o meio ambiente, bem como a mineira como consome os recursos que este último disponibiliza (CAMARGO, 2008).

Desta forma, a vegetação urbana se torna um elemento de significativa contribuição para o controle do clima e a constituição de microclimas mais agradáveis, visto que produz sombreamento, evita e absorve a radiação solar excessiva, resfria e umidifica o ar e ainda filtra e absorve poluentes (ORDÓÑEZ BARONA, 2015; BACK E OLIVEIRA, 2010).

Diante disto, faz-se necessária a implementação nos meios urbanos de um processo de arborização que seja capaz de mitigar os problemas ambientais até então citados, ao mesmo tempo que auxilie o poder público municipal a desenvolver projetos que garantam uma maior sustentabilidade a este meio urbano, tanto no âmbito ambiental quanto nos âmbitos sociais e econômicos.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar e avaliar o uso sustentável da arborização da cidade de Maringá a partir de um levantamento quali-quantitativo da arborização existente no município, tendo como apoio o Plano de Gestão da Arborização Urbana (PGAU). Vale ressaltar que a arborização da cidade de Maringá é parte constituinte e indissociável do seu patrimônio cultural e natural, sendo imprescindível o estabelecimento de parâmetros que visem sua manutenção e preservação, bem como de planos que possibilitem e concretizem a gestão desta arborização (GONÇALVES; MENEGUETTI, 2015).

Material e Métodos

O presente trabalho foi realizado na cidade de Maringá – PR e foi orientado a partir de uma análise do inventário arbóreo e do diagnóstico da arborização urbana, presente no Plano de Gestão da Arborização Urbana - PGAU da cidade. Também foi feito um levantamento bibliográfico acerca de práticas sustentáveis voltadas a preocupação, preservação e uso sustentável do verde urbano, em Maringá e em demais localidades, para possível comparação e/ou alinhamento.

A partir deste inventário arbóreo, objetivou-se: compreender quais os espécimes arbóreos que a cidade de Maringá dispõe em seu território, bem como analisar a qual a diversidade e riqueza do mesmo; expor a disposição viária destas árvores dentro da cidade, a fim de se entender como estas se distribuem dentro do espaço urbano; diagnosticar a arborização, a fim de se analisar os resultados obtidos pela prefeitura de Maringá acerca das árvores que a compõe, no que diz respeito as espécies, porte arbóreo e condições gerais das mesmas; aferir qual a postura adotada pela Prefeitura Municipal quanto à manutenção e manejo da arborização da cidade, no que diz respeito a poda de formação, plantio de mudas, irrigação e podas aéreas; e, por fim, analisar as ações de planejamento da arborização urbana do município dispostas no PGAU, a partir do diagnóstico do mesmo.

Resultados e Discussão

Espécimes arbóreos disponíveis

A partir do inventário realizado em Maringá – PR, disposto no PGAU, foi constatado que a cidade dispõe de 132 espécies registradas, sendo estas arbóreas, arbustivas e palmeiras, dispostas em suas vias públicas. Destas 132, a maioria foi inserida por meio de plantios irregulares, ou seja, sem a autorização da prefeitura. É estimado que a quantidade de espécies presentes no município seja ainda maior, principalmente se computadas as espécies utilizadas no interior de praças. As espécies foram classificadas quando a sua procedência e quanto a sua qualificação. Estas classificações são realizadas a fim de verificar os riscos de contaminação biológica que as espécies da arborização urbana da cidade podem exercer na região. As 4 categorias de procedência se encontram na Tabela 1, a seguir.

Tabela 1: Categorias de procedência das espécies.

Exótica extra-brasileira (ex-BR)	Espécie que não ocorre espontaneamente em território brasileiro sendo oriunda de outro país e/ou outro continente.
Exótica extra-bioma Mata Atlântica (ex-MA)	Espécie que não ocorre espontaneamente em ecossistemas paranaenses, sendo oriunda de outros estados do Brasil.
Nativa do bioma Mata Atlântica (nat-MA)	Espécie que não ocorre espontaneamente na Floresta Estacional Semidecidual (Tipologia da Floresta da região de Maringá) em território paranaense, mas que ocorre em outras tipologias vegetais do bioma Mata Atlântica.
Nativa regional (nat-FESd)	Espécie que ocorre espontaneamente na região de Maringá, típica da Floresta Estacional Semidecidual que caracterizava originalmente a região.

As categorias de status de invasão (apenas para árvores exóticas), por sua vez, se encontram dispostas na Tabela 2, a seguir.

Tabela 2: Categorias de status de invasão para árvores exóticas.

Introduzida (Int)	Espécie trazida de outras regiões, cujos indivíduos conseguem se desenvolver, mas sem reproduzir-se no novo ambiente onde foram introduzidos.
Estabelecida (Est)	Espécie trazida de outras regiões e que consegue se reproduzir no novo ambiente (região de Maringá), podendo ou não se tornar uma invasora
Invasora (Inv)	Espécie trazida de outras regiões e da qual já existem registros de invasão no Brasil que podem se repetir na região de Maringá.
Desconhecida (Des)	Espécie da qual ainda não existem registros como estabelecida ou invasora, não se podendo, no entanto, descartar tais possibilidades

Os dados obtidos ressaltaram que Maringá dispõe de 43 espécies nativas da tipologia florestal da região (Floresta Estacional Semidecidual), o que representa 33,1% do total de espécies verificadas. De acordo com Maringá (2019), isto é tido como positivo, pois evidencia que há uma riqueza de espécies nativas da região na arborização urbana da cidade. A fins de comparação, enquanto Maringá dispunha de 132 espécies em 2019, Curitiba – PR dispunha de 93 espécies em 1988, Jaboticabal – SP de 116 espécies em 2002; e Brasília de 162 espécies em 2009.

Quanto as espécies invasoras, Maringá possui um total de 19. É importante salientar que é considerada invasora a espécie que, uma vez introduzida a partir de outros ambientes, adaptam-se e passam a se reproduzir a ponto de ocupar o espaço das espécies nativas. Isso pode produzir alterações nos processos ecológicos naturais e até mesmo fazer com que estas espécies substituam as nativas, tornando-as dominantes (Maringá, 2019).

A Figura 1, em sequência, representa a área de coleta dos dados de composição da arborização urbana da cidade, que compõe o Sistema de Informações Geográficas - SIG, denominado SEMAARVORES. Estes dados mostram que, apesar do município dispor de uma boa variabilidade de espécies, sua composição geral ainda é dominada por poucas espécies. Das 132, apenas 10 espécies compõem juntas quase 65% da densidade de árvores existentes, conforme relata a Tabela 3, logo após a Figura 1.

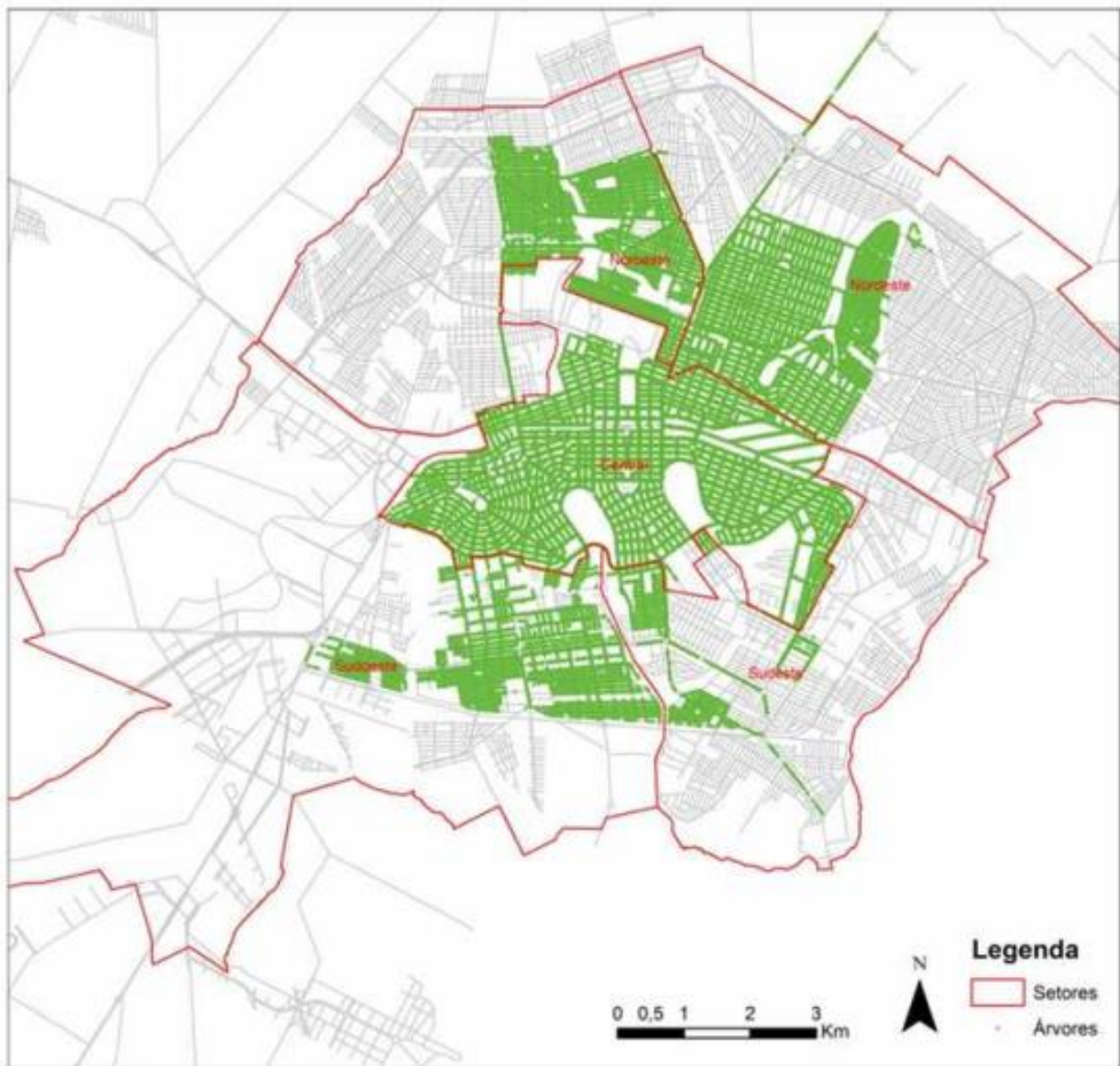


Figura 1: Área de coleta de dados para composição da arborização urbana de Maringá - PR.

Tabela 3: Quantidade de indivíduos e densidade relativa das principais espécies verificadas na área amostrada atualmente para composição do Sistema de Informações Geográficas.

Nome científico	Nome Vulgar	Quantidade de Indivíduos	Densidade Relativa (%)
<i>Poincianella pluviosa</i>	Sibipiruna	17538	26,76
<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	7638	11,65
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Ipê-roxo	5152	7,86
<i>Tipuana tipu</i>	Tipuana	3244	4,95
<i>Holocalyx balansae</i>	Alecrim	1965	3,00
<i>Murraya paniculata</i>	Falsa-murta	1907	2,91
<i>Schinus molle</i>	Aroeira-chorao	1729	2,64
<i>Grevillea robusta</i>	Grevilea	1290	1,97
<i>Handroanthus roseo-albus</i>	Ipê-branco	1099	1,68
<i>Bauhinia variegata</i>	Pata-de-vaca	1029	1,57
TOTAL		42591	64,99

É possível ainda observar, pela Tabela 3, que a espécie mais presente é a *Poincianella pluviosa*, com Densidade Relativa – DR de 26,76%. Tal DR, conforme Maringá (2019), já fora de 49,8% em 1988 e 39,21% em 2008, o que indica que este número vem decaindo e isto é tido algo positivo, uma vez que o recomendado é que as espécies possuem entre 10 a 15% de DR em zonas urbanas.

Porte arbóreo

No que concerne ao porte das árvores, verificou-se que estas se dividem em duas categorias quanto à altura: jovens (mudas até 3 metros de altura) e regulares (árvores já estabelecidas, com altura superior a 3 metros). Os dados coletados pelo SIG trazem 11.949 árvores jovens e 53.591 árvores regulares, 18,23% e 81,77% respectivamente da quantidade total de árvores cadastradas no SIG, que é de 65.540. É válido ressaltar que Sampaio et al. (2006) havia cadastrado em Maringá um total de 93.261 árvores em vias públicas, das quais cerca de 16,22% eram jovens e 83,78% regulares, o que indica uma manutenção deste padrão nas árvores cadastradas pelo SIG. Quanto à altura média destas, entretanto, constatou-se que esta é de 6,7m e 7,4m, mantendo-se semelhante aos valores obtidos em trabalhos anteriores que averiguaram tal questão.

Quanto ao tronco das árvores, os dados coletados indicam que algumas das árvores da cidade, como *Poincianella pluviosa* (sibipiruna), *Tipuana tipu* (tipuana), *Jacaranda mimosaeifolia* (jacarandá-mimoso), e *Handroanthus Chrysotrichus* (ipê-amarelo) apresentaram um aumento em sua Circunferência à Altura do Peito (CAP) médio, de no mínimo 50% maior em relação aos dados coletados em Curitiba em 1988 e 2008. Este crescimento mais avantajado se explica tanto pela idade média dos plantios quanto pelas melhores condições climáticas e edáficas encontradas em Maringá.

A Tabela 4, a seguir, traz uma caracterização de dados referentes ao porte das principais espécies encontradas na área do plano piloto de Maringá (área mais antiga).

Conforme os dados do PGAU, os levantamentos relacionados as árvores urbanas que foram realizados na cidade ao longo dos últimos anos indicam que, desde seu planejamento inicial, a cidade conta com uma arborização composta majoritariamente por árvores de médio e grande porte e isso se perpetua na atualidade. No entanto, tais levantamentos constataam que vem havendo uma substituição irregular de espécies de médio e grande porte por espécies arbustivas. Deste modo, estes plantios irregulares vêm formando uma miscelânea de espécies em vários logradouros e isto é tido como preocupante, pois afeta nas datas de podas, fenologia, sombreamento e outros fatores e, conseqüentemente, em custos maiores, especialmente os de manutenção.

Tabela 4: Número de árvores amostradas (N); circunferência a altura do peito média (CAP); diâmetro a altura do peito média (DAP); altura total média (HT) e diâmetro de copa médio (DCOPA) das principais espécies da área do plano piloto de Maringá - PR.

COD	Nome Científico	N.	CAP (m)	DAP (m)	HT (m)	DCOPA (m)
1	<i>Poincianella pluviosa</i>	12388	1,52	0,48	11,20	12,91
2	<i>Tipuana tipu</i>	3775	1,57	0,50	11,92	13,99
3	<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	2598	1,14	0,36	10,82	10,60
4	<i>Holocalix balansae</i>	1261	0,98	0,31	6,73	8,16
5	<i>Delonix regia</i>	754	1,32	0,42	7,54	14,26
6	<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>	612	1,46	0,46	10,95	12,32
7	<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	550	0,67	0,21	7,60	7,42
8	<i>Roystonea oleracea</i>	451	1,26	0,40	9,65	0,00
9	<i>Bauhinia sp.</i>	420	1,04	0,33	7,58	9,95
10	<i>Grevillea robusta</i>	407	1,25	0,40	10,78	7,37
11	<i>Murraya paniculata</i>	387	0,43	0,14	2,79	2,79
12	<i>Licania tomentosa</i>	373	0,32	0,10	3,07	2,58
13	<i>Ficus benjamina</i>	320	0,80	0,25	6,95	6,75
14	<i>Ligustrum lucidum</i>	303	1,20	0,38	9,22	9,94
15	<i>Spathodea campanulata</i>	268	1,48	0,47	9,85	10,10
16	<i>Handroanthus roseo-albus</i>	193	0,48	0,15	4,48	3,80
17	<i>Terminalia catappa</i>	185	0,97	0,31	8,85	10,34
18	<i>Schinus molle</i>	166	0,22	0,07	3,49	4,04
19	<i>Phoenix dactylifera</i>	165	0,00	0,00	0,00	0,00
20	<i>Lagerstroemia indica</i>	139	0,94	0,30	7,60	7,00
21	<i>Tibouchina granulosa</i>	127	0,56	0,18	4,86	5,03
22	<i>Schinus terebinthifolius</i>	127	0,36	0,11	4,56	4,96
23	<i>Mangifera indica</i>	118	0,81	0,26	6,48	7,06
24	<i>Libidibia ferrea</i>	105	1,45	0,46	13,00	14,37

Diagnóstico da arborização

A classificação utilizada pelo PGAU fora elaborada por Sampaio et al. (2008) e seguem a indicação de Milano (1988). Em suma, ela parte de uma análise genérica e visual das árvores, observando-se a incidência de cupins, podas drásticas, fungos, tamanhos das áreas livres, condições do sistema radicular, folhas amareladas e inclinação do tronco e, a partir disto, classifica as árvores em boas, satisfatórias ou ruins, da seguinte forma:

Condição Geral Boa (1) – árvore aparentemente boa, vigorosa, que apresenta poucos ou nenhum sinal de pragas, doenças ou injúrias mecânicas, a forma característica da espécie e não requer trabalhos de correção de grande amplitude;

Condição Geral Satisfatória (2) – árvore com condição e vigor médios para o local, podendo apresentar problemas de pragas, doenças ou injúrias mecânicas, necessidade de poda de limpeza, reparos de danos físicos ou controle de pragas e doenças;

Condição Geral Ruim (3) – árvore que apresenta estado geral indicando declínio, apresentando evidentes danos físicos, de pragas e doenças em estágio médio e ou avançado. Embora muitas vezes não aparente morte eminente, pode requerer muito trabalho de recuperação.

Os resultados para todas as árvores analisadas se encontram presentes na Tabela 5, disposta a seguir.

Tabela 5: Condições gerais verificadas nas árvores de vias públicas de Maringá – PR.

Condição Geral	Quantidade (un.)	Porcentagem (%)
Boa	17004	18,23
Satisfatória	45926	49,24
Sofrível	30331	35,52
TOTAL	93261	100

Tais resultados mostram que existe uma quantidade significativa de árvores em situação ruim ou sofrível (35,52%). Isto evidencia um manejo inadequado destas, o que corrobora para a dispersão de pragas e doenças nas árvores das vias públicas. Um outro ponto interessante, que pode ter correlação com as condições das árvores é o aumento no número de queda destas durante temporais ou ventanias (MARINGÁ, 2019). De acordo com Peña (2020), até outubro de 2020 Maringá já somava mais de 80 árvores caídas, oriundas de temporais e chuvas fortes na região e isto pode ter ligação direta com as condições nas quais estas árvores se encontram.

Embora o SIG não contenha dados analisando a condição geral das árvores, os dados que o mesmo dispõe possibilitaram analisar a presença de ninho de cupins arborícolas, arquitetura da copa

das árvores e inclinação do tronco das árvores. A Tabela 6 traz os resultados dos dados atualizados que indicam os problemas encontrados nas árvores das vias públicas da cidade.

Estes dados estimam que quase 16% das árvores de vias públicas estejam apresentando parâmetros que corroborem condições gerais ruins. Entretanto, estima-se que esta porcentagem seja ainda maior, visto que muitos parâmetros que indicam condições ruins não foram levados a averiguados. As espécies mais afetadas, proporcionalmente, foram a *Poincianella pluviosa* e a *Tipuana tipu*. Não obstante, faz-se necessário levar em consideração o fato de que muitas das árvores da cidade são consideradas árvores de idade avançada, especialmente as que se encontram presente na região do Plano Piloto da cidade e isso pode auxiliar na quantidade de árvores que se encontram fora das condições “boa” ou “satisfatória”. De certa forma, a situação da condição fitossanitária das árvores da cidade é complexa e são necessários planejamentos que sejam capazes de promover agilidade de vistorias e monitoramento nas árvores que se encontram em piores condições.

Tabela 6: Parâmetros indicativos de condições gerais ruins em dados cadastrados no Sistema de Informações Geográficas para gerenciamento da arborização de vias públicas de Maringá - PR.

Parâmetros Indicativos	Quantidade (un.)	Porcentagem (%)
Troncos inclinados	8826	13,47
Presença de ninhos de cupins	53	0,08
Arquitetura da árvore prejudicada (lateral ou drástica)	1414	2,16
TOTAL	10293	15,70

Os dados dispostos no PGAU também ressaltam que, embora Maringá disponha de uma infraestrutura urbana favorável a arborização de médio e grande porte frondosa, as condições de manutenção e manejo desta são complexas. As podas de formação, necessárias ao desenvolvimento e adaptação das árvores novas às condições definitivas de plantio estão sendo pouco ou raramente executadas. Isso se dá, também, devido ao fato de que a produção de mudas do viveiro municipal, destinadas a arborização urbana, vem sendo pouco realizada. Não obstante, a maioria das mudas plantadas nas vias se encontro foram do padrão (quase 15% das mudas da cidade possuem altura inferior a 2,5m). O fato deste tipo de poda estar sendo raramente executado contribui para uma maior dificuldade no alcance de um padrão adequado de mudas para plantio em vias públicas.

Plantio de mudas

Já com relação ao plantio de mudas, dados da Secretaria Municipal de Serviços Públicos – SEMUSP corroboram que, em 2017, foram plantadas 4.000 mudas em vias públicas, número semelhante as 4.200 árvores que foram removidas durante o mesmo período de tempo. Um aspecto que merece cuidado durante o plantio das mudas é o tamanho da área livre de pavimentação. Informações do Plano relatam que foram identificados tamanhos médios de área livre em torno de 1,44 m² nas calçadas da cidade, valores estes inferiores aos encontrados por Milano na década de 1980. Embora ambos se encontram distantes da área ideal que é de 6 m², verificou-se que 65,36% das árvores localizadas nas calçadas tem sua área livre variando até o máximo de 1,5 m². Em contrapartida, quase 29% das árvores possuem área livre insuficiente, fato considerado preocupante, pois o solo na área urbana de Maringá possui alta compactação e recebe pouca matéria orgânica para ciclar nutrientes. Somado as áreas livres inadequadas, isto se torna um fator que aumenta a fragilidade das árvores.

No que tange à irrigação, essa vem ocorrendo no dia do plantio e em períodos de estiagem. O Plano ressalta que ocasionalmente a irrigação não é realizada devido à falta de infraestrutura da prefeitura e isto culmina em adversidades à sobrevivência e velocidade de crescimento das árvores. Quanto a poda aérea das árvores, a mesma vem sendo realizada ampla e constantemente e não mudou significativamente com o passar dos anos. Os dados indicam que apenas 2,16% das árvores analisadas apresentaram copa em desequilíbrio, caracterizando uma execução constante de podas e porcentagem pequena de podas drásticas existentes, tidas como antieconômicas e potenciais causadoras de problemas, especialmente por crescerem em altura e possibilitar problemas com a fiação elétrica. Em contrapartida, o fato de estar acontecendo uma constante poda levou diversas árvores a estarem sem podadas sem a devida necessidade, mais especificamente 72,74% destas.

Um dos objetivos do PGAU é justamente trazer orientações para balizar como deve ser a tratativa das árvores dentro do território maringaense. Isto inclui: Orientar na escolha e indicação das espécies que devem ser utilizadas na arborização; trazer diretrizes para elaboração de projetos de arborização de novos loteamentos; caracterizar como devem ser as mudas a serem plantadas, bem como trazer diretrizes para produção ou aquisição de mudas pelo viveiro municipal; orientar o plantio e irrigação das árvores, bem como os procedimentos a serem adotados para a poda das mesmas; direcionar quanto a supressão de árvores em locais públicos; ditar as regras de prioridades para os serviços de poda e remoção; orientar a criação e gestão do Comitê de Monitoramento da Arborização Urbana; gerir o sistema integrado para monitoramento e gestão da arborização urbana.

Para melhor entendimento deste planejamento, faz-se necessário trazer algumas informações que podem ser relevantes para o mesmo. No que tange as mudas, por exemplo, o Plano dita que

aquelas a plantadas nas vias e praças da cidade, advindas do viveiro municipal ou através de serviços realizados por terceiros, deverão conter um padrão pré-estabelecido pelo PGAU, sendo este de diâmetro na Altura do Peito (DAP) de 3 cm, altura total superior a 2,0 m, altura mínima dos primeiros galhos de 1,80 m, torrão de no mínimo 30 litros de substrato, tronco reto e brotações novas visivelmente saudias, sistema radicular íntegro e sem nivelamento e, por fim, galhos de diferentes alturas e angulações em relação ao perímetro do tronco. A Figura 2, a seguir, ilustra parte destes padrões citados.

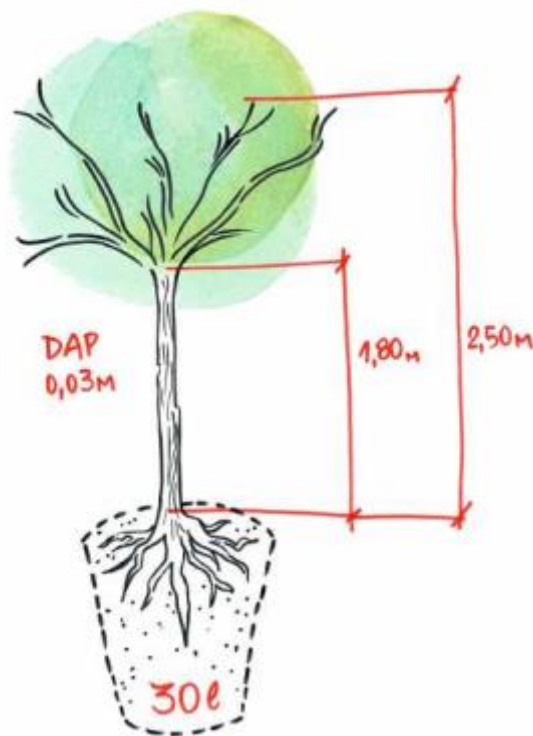


Figura 2: Padrão de muda para plantio na arborização urbana.

O PGAU ainda traz algumas regras quanto ao plantio das mudas, dentre as quais podem ser citadas: mudas devem ser plantadas a uma distância mínima de 1 m do meio fio; as árvores devem ficar afastadas a uma distância de 1,5 m de acessos a veículos e bocas de lobo, devendo também estar distanciadas em no mínimo 4 m, a partir da projeção predial, de postes de luz e esquinas.; dentre outras. Não obstante, o Plano também dispõe de procedimentos a serem adotados para a poda de árvores, onde traz informações de quem deve realizar este serviço e como o mesmo deve ser feito. É válido ressaltar que são permitidos somente os tipos de poda dispostos a seguir: poda de formação, poda de condução, poda de limpeza, poda de correção, poda de adequação, poda de levantamento e poda de emergência.

Ações de planejamento da arborização urbana

É de extrema importância ressaltar que a supressão de árvores situadas em áreas públicas somente é permitida após laudo de avaliação emitido por um técnico do Município de Maringá, devidamente qualificado e que tenha relatado as condições fitossanitárias da árvore e expressamente indicado o estado irrecuperável da árvore, bem como grau de prioridade para retirada da mesma. O órgão responsável pela realização deste serviço – o de retirada da árvore – é a SEMUSP ou alguma outra empresa credenciada pela Secretaria do Meio Ambiente – SEMA.

No que toca as regras de prioridade dos serviços de poda e/ou remoção de árvores, estes seguem a seguinte ordem: Emergência – quando apresentar risco a vida das pessoas e danos materiais graves; urgência – situações graves que se não tratadas rapidamente podem vir a ser emergentes; prioridade 1 – obras paradas devido a arborização, indenizações, incompatibilidade entre o porte atual da árvore e o espaço disponível ou impedimento ao acesso de veículos; prioridade 2 – conforme ordem cronológica.

Um dos principais instrumentos do PGAU é o Comitê de Monitoramento da Arborização Urbana, que visa controlar a implantação, manutenção e atualização do mesmo. Este se constitui por 5 membros titulares e 5 membros suplentes, nomeados pelo Chefe do Poder Executivo Municipal. Caberá a este monitorar o planejamento e a execução dos serviços de manutenção da arborização; receber, analisar e solicitar as providências necessárias para implementar as ações adequadas; revisar o Plano a cada 5 anos; propor alterações e atualizações do Plano; propor projetos ambientais para diagnóstico e expansão das árvores nas zonas urbanas; criar indicadores e levantar dados úteis para monitorar as ações; e contribuir para análise de projetos de lei que versem sobre arborização.

Por fim, porém não menos importante, o PGAU dispõe de uma ferramenta indispensável na administração das cidades: o SIG. Este é capaz de facilitar a análise, gestão ou representação do espaço (paisagem) e de fenômenos que nele ocorrem, sendo um banco de dados, sobre variados temas, que se encontra associado a um conjunto de programas computacionais e referenciado a um sistema de coordenadas geográficas. Isso permite, conforme Maringá (2019), que este disponibilize informações facilmente agrupadas em mapas e vem sendo eficiente em melhorar os planejamentos urbanos e serviços públicos, especialmente devido ao fato de possibilitarem uma maior eficiência em tomada de decisões.

Considerações Finais

Por todo o exposto, verificou-se que a cidade de Maringá, a partir da Prefeitura Municipal e demais órgãos competentes vem tratando a arborização como um tema relevante e de extrema importância ambiental, social e econômica. Considerando que o desenvolvimento sustentável seja aquele que preza pela permanência ou durabilidade da estrutura de funcionamento, de todos os processos produtivos nos quais a sociedade contemporânea está assentada, a catalogação, análise e diagnóstico dos espécimes arbóreos é capaz de trazer ao planejamento urbano, especialmente na questão da arborização, justamente este tipo de desenvolvimento. Deste modo, estes processos que compõe o estudo e entendimento das árvores dentro dos espaços urbanos auxiliam não somente na compreensão da perpetuação destes, mas também colaboram para incorporam a um pilar extremamente importante do desenvolvimento sustentável: o pilar ambiental.

A preocupação demonstrada pela administração pública quanto à manutenção e manejo desta arborização demonstra um certo cuidado para com o verde urbano. Fica entendido que existe uma intenção de que este verde não somente se permaneça nos meios urbanos, mas seja capaz de proporcionar a cidade e aos seus habitantes um ambiente urbano mais do que agradável, no qual a natureza venha a ser indissociável deste e isto vai ao encontro do motivo pelo qual Maringá é conhecida como a “cidade verde”.

As ações de planejamento da arborização urbana do município corroboram também para o desenvolvimento sustentável nos outros dois pilares: econômico e social. O devido acompanhamento das condições fitossanitárias das árvores agiliza os processos dos diversos tipos de poda e de supressão das árvores. Isto pode auxiliar na redução do número de quedas de árvores durante temporais e chuvas fortes, o que culmina na diminuição da quantidade de danos materiais, danos à vida e à saúde. Entretanto, se faz necessária tornar a manutenção e o manejo das árvores algo menos complexo, de modo que o mesmo venha a ser menos custoso aos órgãos públicos e que traga resultados mais eficientes. Se este Plano for mantido, revisado e constantemente aprimorado, Maringá poderá continuar desfrutando de seu título de “cidade-verde” e continuará proporcionando aos seus habitantes uma boa qualidade de vida.

Referências Bibliográficas

- Back, Á. J.; Oliveira, T.; 2010. A urbanização e as modificações do clima. Cidade e meio ambiente, pp. 207-228.
- Bowler, D. E. et al.; 2015. Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. Landscape and Urban Planning, pp. 147-155.
- Camargo, A.; 2008. Desenvolvimento Sustentável: Dimensões e Desafios, São Paulo.

- Gonçalves, A.; Meneguetti, K.; 2015. Projeto de arborização como patrimônio da cidade. Ambiente Construído, pp. 99-118.
- Gulrsrud, N.; Hertzog, K.; Shears, I.; 2018. Innovative urban forestry governance in Melbourne?: Investigating “green placemaking” as a nature-based solution. Environmental Research, pp. 158-167.
- IBGE; 2020. Cidades e Estados: Maringá.
- Lombardo, M.; 1985. Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo. São Paulo.
- Locastro, J. et al.; 2017. Avaliação do uso sustentável da arborização urbana no município de Cafeara, Paraná. Ciência Florestal, pp. 549-556.
- Lynch, K.; 2011. A Imagem da Cidade. São Paulo.
- Maringá; 2019. Plano de gestão da arborização urbana – PGAU. Maringá.
- Milano, M.; Dalcin, E.; 2000. Arborização de vias públicas. Rio de Janeiro.
- Milano, M.; 1988. Avaliação Quali-quantitativa e Manejo da Arborização Urbana: Exemplo de Maringá-PR. Curitiba.
- Nowak, D. et al.; 2018. Air pollution removal by urban forests in Canada and its effects on air quality and human health. Urban Forestry and Urban Greening, pp. 40-48.
- Ordoñez Barona, C.; 2015. Adopting public values and climate change adaptation strategies in urban forest management: A review of the relevant literature. Journal of Environmental Management, pp. 215-221.
- São Paulo; 2011. Manual Técnico de arborização urbana. São Paulo.
- Rego, R.; 2011. O Desenho Urbano de Maringá e a Ideia de Cidade-Jardim. Acta Scientiarum Technology, pp. 1569-1577.
- Ribeiro, H.; Vargas, H.; 2015. Urbanização, globalização e saúde. Revista USP, pp. 13-26.
- Rodrigues, T. et al.; 2010. Concepções sobre arborização urbana de moradores em três áreas de Pires do Rio – GO. Revista de Estudos Ambientais, pp. 47-67.
- Sampaio, A. De Angelis, B.; 2008. Inventário e análise da arborização de vias públicas de Maringá-PR. Revista Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, pp. 37-57.
- Zhang, B.; Xie, G.; Wang, S.; 2015. Effect of urban green space changes on the role of rainwater runoff reduction in Beijing, China. Landscape and Urban Planning, pp. 8-16.

ANÁLISE DE REQUISITOS DE ARTIGOS CIENTÍFICOS E DE CATEGORIAS DA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA SOBRE SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

| ID 19356 |

1Ana Sofia Pelosi Drummond, 2Jaqueline Costa Areas de Almeida, 3Ryan Rodrigues Domingos, 4Dayana Martins Nunes, 5Lívia Soalheiro, 6Priscila Maria Cunha, 7Marcelo Obraczka, 8Alfredo Akira Ohnuma Jr

1Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Depto de Eng Sanitária e do Meio Ambiente, anasofiaengambiental@gmail.com; 2Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Depto de Eng Sanitária e do Meio Ambiente, jaqueline.areas@gmail.com; 3Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Depto de Eng Elétrica, ryan.domingos10@gmail.com; 4Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Depto de Eng Sanitária e do Meio Ambiente, dayana.mnunes@gmail.com; 5Instituto Estadual do Ambiente, liviasoalheiro@gmail.com; 6Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Depto de Eng Sanitária e do Meio Ambiente, pricunhabio@yahoo.com.br; 7Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Depto de Eng Sanitária e do Meio Ambiente, marcelobraczka@gmail.com; 8Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Depto de Eng Sanitária e do Meio Ambiente, akira@eng.uerj.br

Palavras-chave: revisão bibliográfica; águas pluviais; políticas públicas.

Resumo

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar determinados aspectos relacionados à publicação de artigos científicos e a influência de legislações brasileiras em categorias específicas, quanto aos critérios de implantação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais no Brasil. A metodologia consistiu de pesquisa bibliográfica de legislações municipais, estaduais e federais, normas técnicas, em vigor no Brasil, e artigos científicos, sobre aproveitamento de água de chuva. Foram analisadas um total de 6 normas técnicas, 56 referências de aspectos legais e 63 artigos de periódicos nacionais e internacionais, a partir das plataformas do *Google Acadêmico*, *SciELO*, *Science Direct* e *CAPES*. Os resultados indicam predominância de trabalhos sobre estudos dos aspectos qualitativos e quantitativos de águas pluviais e que cerca de 80% das publicações analisadas atenderam/utilizaram os principais instrumentos da legislação, quanto à capacidade de armazenamento, qualidade de água, construção e operação dos sistemas. Com exceção de 3 estados

brasileiros (Minas Gerais, Roraima e Pará), os demais possuem ao menos uma política de incentivo para a criação ou implantação de sistemas de captação, armazenamento e aproveitamento de água de chuva no país. Conclui-se que as leis sancionadas sobre águas pluviais são recentes no Brasil e que apresentam mecanismos de incentivo e obrigatoriedade, de acordo com critérios técnicos, no entanto necessitam de atualização, como formas de ampliar a compreensão sobre o assunto das políticas de gestão das águas pluviais no país.

Introdução

O Brasil é um país de grande extensão territorial com abrangência de diferentes ecossistemas e possui a maior diversidade biológica do mundo (BRASIL, 2021). Em termos globais, o Brasil é considerado um país com grande oferta de água e ocupa a 1ª posição no ranking mundial com um total de 15,8% do total dos recursos hídricos renováveis no mundo (FAO, 2017). A precipitação média anual no país é de 1760 mm, sobretudo devido às dimensões continentais, com variações de menos de 500 mm na região semiárida do Nordeste e mais de 3000 mm na região Amazônica (ANA, 2020). Desse modo, pode-se considerar um país com características favoráveis à implantação de sistemas de captação, armazenamento e aproveitamento da água de chuva, como fontes alternativas de abastecimento de água e soluções técnicas capazes de atender demandas menos nobres do uso da água (MAYKOT e GHISI, 2020; SEMAAN, *et al.*, 2020; TAMAGNONE, *et al.*, 2020; BAIYEGUNHI, 2015).

Por outro lado, as condições de abastecimento de água são afetadas pela sazonalidade climática e pelo aumento na ocorrência de eventos hidrológicos extremos. O crescimento populacional, combinado com a industrialização, as mudanças no clima, a urbanização e a intensificação do uso de água na agricultura têm provocado uma crise global de oferta em função do aumento da sua demanda, principalmente em grandes centros urbanos (SANTOS *et al.*, 2020; ADHAN, *et al.*, 2019; MUSAYEV, *et al.*, 2018). Assim, os sistemas de aproveitamento de águas pluviais também podem contribuir no sentido de aumentar a segurança hídrica e compensar de certa forma a redução da sua oferta nos sistemas convencionais pelos efeitos da urbanização e das alterações do clima.

Apesar de registros históricos do uso de água de chuva desde 830 a.C., na pedra de Mohabita, em Israel e na Fortaleza dos Templários, em 1160, em Portugal (TOMAZ, 2009), somente no início do século XXI foram observadas pesquisas científicas com resultados publicados sobre o aproveitamento de água de chuva. De maneira similar, é bastante recente a elaboração de leis, normas e resoluções como instrumentos de incentivo e auxílio na implantação desses sistemas (TESTON, *et al.*, 2018).

A Lei 13.501, de 31 de outubro de 2017 (BRASIL, 2017), estabelece o aproveitamento de águas pluviais como um dos objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei 9.433 (BRASIL, 1997), de forma a incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais. O incentivo à utilização da água da chuva no atendimento aos fins menos nobres representa uma forma de preservação dos recursos hídricos e de diminuição da pressão nos mananciais, na medida em que se torna uma fonte primária descentralizada de água, em resposta à elevada demanda de sistemas de abastecimento em grandes centros urbanos (GONELA, *et al.*, 2020; LEONG, *et al.*, 2019). A retenção de parte do volume precipitado pode contribuir também no amortecimento do escoamento superficial, sobretudo em grandes centros urbanos (DEITCH e FEIRER, 2019; AMOS, *et al.*, 2018).

Embora sejam encontradas legislações e regulamentações sobre o uso de águas pluviais no Brasil, não há estudos consolidados e publicados de forma específica e categorizada por região do país e em atendimento às necessidades da população, em geral.

O objetivo deste artigo foi analisar publicações técnicas, científicas e de instrumentos legais sobre sistemas de aproveitamento de água de chuva no Brasil, a partir de critérios definidos por categorias e aspectos técnicos relacionados à capacidade de armazenamento, qualidade da água e políticas públicas.

Materiais e Métodos

A metodologia deste trabalho consistiu de pesquisa bibliográfica nas plataformas *Scielo* (<https://scielo.org/>), *Science Direct* (<http://www.sciencedirect.com/>) e *Google acadêmico* (<http://scholar.google.com.br/>) e no portal de periódicos da *Capes* (<https://www.gov.br/capes/pt-br>). Foram pesquisados artigos publicados, de preferência, em periódicos científicos a partir de 2004 até 2020 com os indexadores: “água de chuva”, “aproveitamento de água de chuva”, “captação e aproveitamento de água de chuva”, “*rainwater harvesting*”. Para a pesquisa de documentos relacionados à legislação brasileira sobre água de chuva foram utilizados sites do governo e de instituições e agências ambientais de estados e municípios brasileiros, sem a restrição do período de investigação. Também foram utilizadas base de pesquisas de Leis Municipais (<https://leismunicipais.com.br/>), Leis Estaduais (<https://leisestaduais.com.br/>) e normas técnicas obtidas do catálogo da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (<https://www.abntcatalogo.com.br/>).

Na seleção dos artigos publicados sobre o tema foram identificadas determinadas categorias definidas de acordo com os requisitos de implantação dos sistemas de aproveitamento de água de

chuva de cada localidade. As categorias de seleção das publicações referem-se ao caráter qualitativo das pesquisas, em atendimento às necessidades e aos objetivos de cada estudo. As terminologias utilizadas de identificação de requisitos para definição das categorias consideraram aspectos técnicos de composição e operação do sistema de aproveitamento de águas pluviais (instalação e operação), bem como de competências de direito do proprietário e do governo (instituição). Os aspectos quantitativos e qualitativos do sistema de águas pluviais foram contemplados como requisitos de controle.

A Figura 1 ilustra os elementos e aspectos principais de um sistema de água de chuva e os requisitos potenciais de estudo ou de pesquisa publicados para análise das categorias.

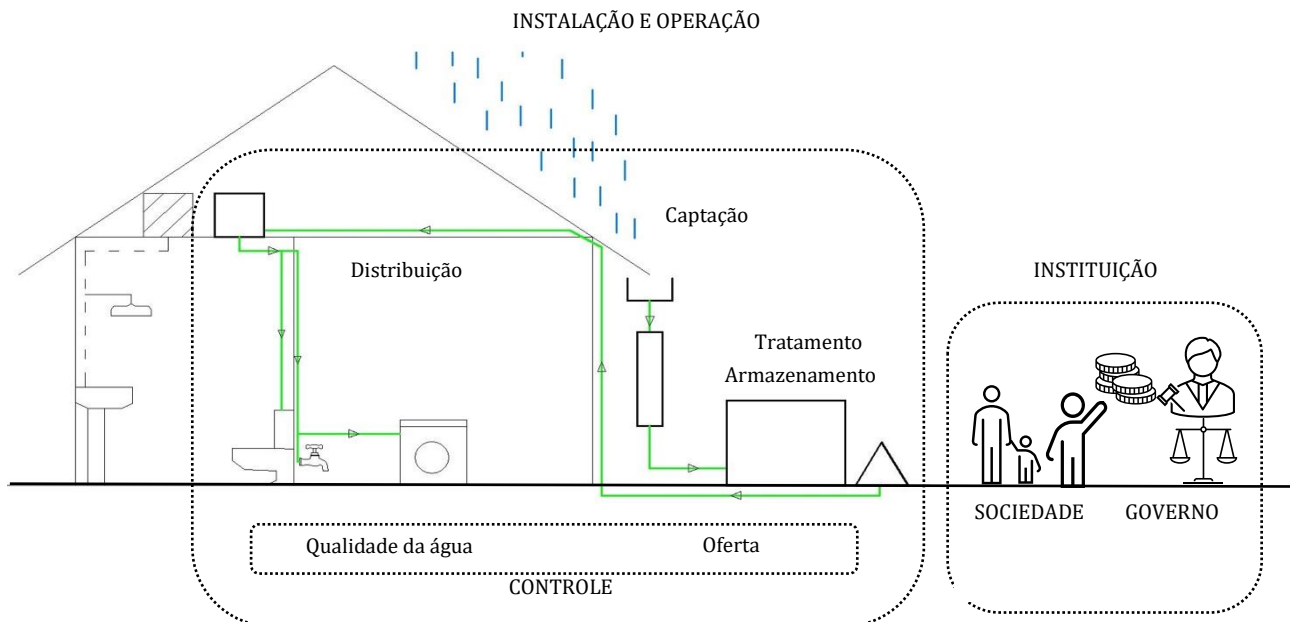


Figura 1 - Elementos de um sistema de aproveitamento de água de chuva, aspectos e categorias de estudo (GANEM, 2019 adaptado).

Este trabalho não constitui a totalidade das pesquisas publicadas, no entanto revela as principais possibilidades de atuação e produção de resultados. Os estudos de aproveitamento de água de chuva possuem caráter multidisciplinar, na medida em que prevê benefícios, quanto aos aspectos socioambientais e de sustentabilidade, como: potencial de economia de água, impactos no sistema de drenagem, aceitação social, controle da poluição e exigências legais.

A Figura 2 apresenta as dimensões da sustentabilidade aplicadas aos sistemas de aproveitamento de águas pluviais, características de projeto, controle e operação e/ou requisitos

associados, de modo a eleger as categorias principais apresentados em estudos, publicações e legislação.

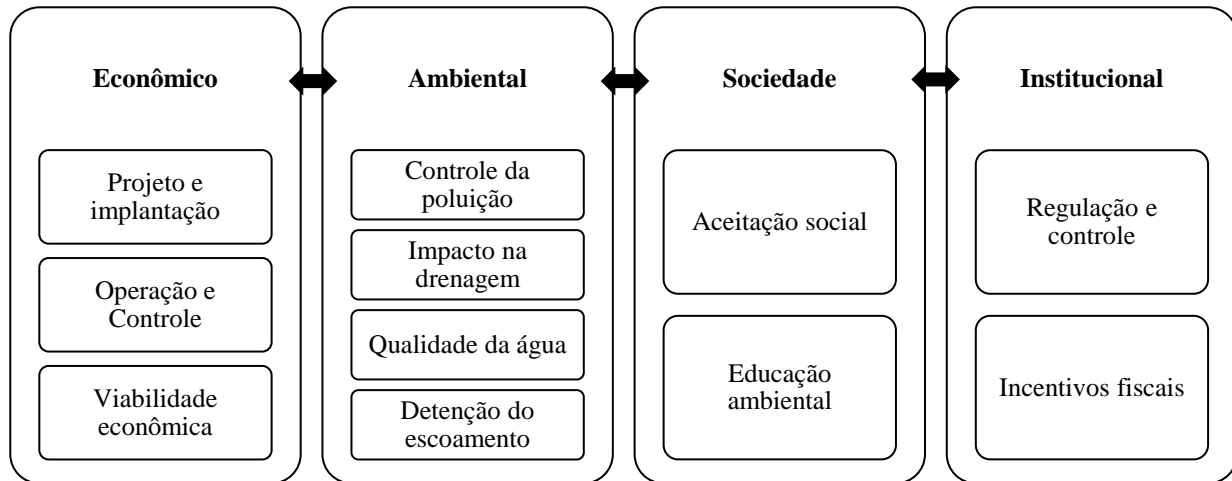


Figura 2 – Dimensões de sustentabilidade e categorias de estudo de sistemas de águas pluviais.

Fonte: Os autores.

Na medida em que são implantados os sistemas de água de chuva, são observados detalhes construtivos relacionados às características físicas e de instalações hidráulicas prediais, de acordo com a área de captação, transporte, armazenamento e distribuição de água na edificação. Desse modo e no geral, as publicações consistem de análises de diferentes parâmetros, como: tipologia e área do telhado, volume de armazenamento do reservatório de água de chuva, técnicas de tratamento e de distribuição da água da chuva aos pontos de consumo, de forma híbrida ao sistema de abastecimento convencional.

A localidade do sistema de aproveitamento de água de chuva também é fundamental como requisito às condições de projeto, sobretudo no dimensionamento da capacidade do reservatório e quanto à oferta e disponibilidade hídrica, dada pela precipitação pluviométrica local.

Para fins de análise de categorias dos estudos de sistemas de águas pluviais foi utilizada a divisão territorial por regiões brasileiras: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul, justificado pela composição dos estados de características próximas quanto à localidade e sazonalidade pluviométrica. Dessa forma, foram pesquisados e analisados artigos científicos, leis e normas, de âmbito municipal, estadual e federal, por região brasileira, sobre o aproveitamento de água de chuva.

Resultados e Discussão

Da pesquisa realizada em periódicos, foram selecionados 63 artigos, sendo 27 artigos internacionais e 36 nacionais, obtidos de publicações em periódicos e eventos científicos.

Das publicações analisadas, cerca de 25 artigos ou 40% investigaram a qualidade da água da chuva de amostras obtidas do reservatório e/ou de pontos específicos do sistema de águas pluviais, em diferentes estados do Brasil, como: Santa Catarina (ANDRADE *et al.*, 2017), Rio de Janeiro (MOREIRA *et al.*, 2019), Minas Gerais (MIMURA *et al.*, 2016), Paraná (TEIXEIRA *et al.*, 2017). Das publicações realizadas em países estrangeiros, a maioria avalia a característica da água da chuva, a partir da influência da localização geográfica, climática e urbanização/industrialização na qualidade da água. A deposição de poluentes atmosféricos na superfície terrestre tem proporcionado em determinadas regiões dos Estados Unidos uma variabilidade na concentração de chuvas ácidas, devido maiores emissões de enxofre e óxidos de nitrogênio, gerados sobretudo por veículos motorizados, refinarias de petróleo e usinas termelétricas (KERESZTES *et al.*, 2020). O efeito da deposição seca e úmida da atmosfera na superfície também tem sido avaliada, na medida em que são caracterizadas as precipitações químicas da água da chuva em diferentes períodos hidrológicos. Na cidade do Rio de Janeiro, a alta concentração de metais, por exemplo, no período úmido tem indicado lavagem da atmosfera na forma de aerossóis e partículas suspensas no ar (NUNES DA SILVA *et al.*, 2020). No geral, após tratamento primário da coleta do volume precipitado, com tecnologias de filtração e descarte do volume inicial do *first flush*, o volume armazenado encontra-se disponível para aproveitamento da água da chuva, para fins menos nobres, como: irrigação de jardins, vaso sanitário e lavagem de pisos e veículos. São recomendados tratamentos específicos, como de desinfecção, sobretudo pela necessidade de inibição de patógenos e microrganismos depositados e carreados nas superfícies de telhados aos reservatórios (ANDRADE *et al.*, 2017; TEIXEIRA *et al.*, 2017, GUIMARÃES *et al.*, 2019; ROCHA *et al.*, 2011).

Um total de 10 publicações ou 16% do total de artigos analisados pesquisaram o efeito do armazenamento da água da chuva, quanto à capacidade de retenção do volume escoado da precipitação e em atendimento à demanda de água na edificação. No geral, os estudos avaliados demonstraram a viabilidade do aproveitamento de água de chuva, de modo a suprir e substituir o abastecimento convencional de água (SARMENTO *et al.*, 2017; FLORES *et al.*, 2012; REZENDE e TECEDOR, 2017). No entanto, a confiabilidade do atendimento às demandas de uso da água deve ser considerada, na medida em que se eleva o número de usuários do sistema e reduz-se a área de captação (SILVA e ORRICO, 2015). Os estudos relacionados à quantidade do volume precipitado

foram realizados nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pará, Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro.

A Figura 3 apresenta os requisitos principais estudados nas publicações de 63 artigos analisados. Os critérios de seleção dos requisitos consideraram os objetivos e as principais conclusões obtidas de cada trabalho. A definição dos requisitos de análise pode ter alterações, de maneira independente aos resultados das pesquisas.



Figura 3 – Requisitos de pesquisa das publicações analisadas sobre sistemas de água de chuva.

Artigos sobre viabilidade econômica e projetos de implantação de sistemas de águas pluviais foram analisados em 23 publicações (37%), com estudos realizados nos estados brasileiros: Belém, Rio Grande do Norte, Sergipe, Minas Gerais, Santa Catarina e São Paulo, e nos países: Austrália, Índia, Irã, Itália, México e Reino Unido. Sistemas de aproveitamento de água de chuva se mostraram viáveis economicamente, no geral, como alternativa de suprimento de água, em especial, quando em condições de elevada área de captação, tendo em vista índices pluviométricos da região (MAYKOT e GHISI, 2020; KUCHINSKI e GASTALDINI, 2017). Sistemas de aproveitamento de água de chuva analisados na Itália demonstraram uma eficiência na economia de água de até 85% para áreas de captação entre 200 e 300 m² (NOTARO *et al.*, 2016). Projetos de sistemas de águas pluviais apresentam importância na sociedade, na medida em que avaliam a viabilidade técnica e econômica e de atendimento às irregularidades nos serviços de abastecimento de água e a sazonalidade de longos períodos de estiagens. Também foram encontrados artigos (18%) com relatos sobre o impacto social e de educação ambiental em determinadas comunidades (CHAIB *et al.*, 2015; TUGOZ *et al.*, 2020 e MELLO *et al.*, 2014).

A legislação e as normas brasileiras relacionadas à captação, armazenamento, aproveitamento e distribuição de águas pluviais aos pontos de consumo dispõem de diretrizes e critérios técnicos e

de políticas, como medidas de incentivo e promoção a captação, preservação e aproveitamento de águas pluviais (BRASIL, 2017). Foram encontradas 67 leis municipais, estaduais e federais e 6 normas técnicas (Tabela 1), relacionadas aos estudos e projetos de águas pluviais. A principal norma técnica de água de chuva é a NBR 15527/2019 (ABNT, 2019), que apresenta os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis.

Tabela 1 – Normas técnicas relacionadas e aplicadas no Brasil sobre águas pluviais.

ABNT	Ano	Descrição
NBR 5 626	2020	Sistemas prediais de água fria e água quente - Projeto, execução, operação e manutenção
NBR 15 527	2019	Aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis
NBR 16 782	2019	Conservação de água em edificações - Requisitos, procedimentos e diretrizes
NBR 16 783	2019	Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações
NBR 16 098	2012	Requisitos mínimos de ensaios de aparelhos para melhoria da qualidade da água potável
NBR 10 884	1989	Instalações prediais de água pluviais - Procedimento

Um total de 56 leis sobre águas pluviais, e correlatas, foram encontradas, sendo 27 estaduais e 29 municipais. Não constituem na listagem legislações abrangentes, como de classificação de corpos hídricos, balneabilidade, saneamento básico e da Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 2017). A Tabela 2 apresenta as leis estaduais e municipais que dispõem sobre a criação ou instituição de sistemas de captação, armazenamento e aproveitamento de água de chuva no Brasil. Não foram identificadas legislações de águas pluviais para os estados de Minas Gerais, Roraima e Pará. O estado de Sergipe tem proposta de criação de um programa de aproveitamento e reutilização de água de chuva, no entanto não encontrado para consulta.

Tabela 2 – Leis estaduais e municipais sobre águas pluviais promulgadas no Brasil.

Região	Estado	Descrição
Norte	Acre (AC)	Lei nº 2.540, de 4 de janeiro de 2012. Determina a inserção de sistema de captação e armazenamento de água da chuva nos projetos arquitetônicos das unidades escolares estaduais. Estado do Acre.
	Amapá (AP)	Lei nº 1.349, de 07 de julho de 2009. Fica autorizado o Poder Executivo a instituir o Programa Estadual de Conservação e Uso Racional da Água e Economia de Energia Elétrica em Edificações, de fontes alternativas para a captação de água e reuso nas novas edificações, conscientização e economia de energia. Estado do Amapá.
	Amazonas (AM)	Lei nº 4.570, de 14 de março de 2018. Dispõe sobre a obrigatoriedade de os imóveis, com 300 m ² ou mais de área construída, instalarem cisterna para captação de água das chuvas no âmbito do Estado do Amazonas. Lei nº 1.192, de 31 de dezembro de 2007. Cria, no município de Manaus, o programa de tratamento e uso racional das águas nas edificações - pró águas. Regulamentada pelo Decreto nº 9849/2008. Município de Manaus.

Região	Estado	Descrição
		Lei nº 4.779, de 18 de janeiro de 2019. Dispõe sobre a utilização de águas da chuva por meio da implantação de sistema de captação pelos postos de serviços de lava-rápido, no âmbito do Estado do Amazonas.
	Pará (PA)	Não encontradas
	Rondônia (RO)	Lei Ordinária n 2.425, de 3 de março de 2011. Dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de sistema de captação e uso da água de chuva em prédios públicos novos. Município de Porto Velho-RO.
	Roraima (RR)	Não encontradas
	Tocantins (TO)	Lei nº 3.261, 02 de agosto de 2017. Estabelece a Política Estadual de Captação, Armazenamento e Aproveitamento de Águas Pluviais. Estado de Tocantins.
Nordeste	Alagoas (AL)	Lei nº 7.590, de 25 de março de 2014. Institui, no âmbito do estado de Alagoas, o Programa de Conservação e Uso da Água nas Edificações Públicas e Privadas. Estado de Alagoas.
	Bahia (BA)	Lei Ordinária nº 13.581, de 14 de setembro de 2016. Dispõe sobre a instalação de um sistema de reaproveitamento da água da chuva nas unidades habitacionais construídas pelo Governo do Estado da Bahia.
		Lei Ordinária 13.460, de 10 de dezembro de 2015. Institui o Programa Estadual de Inclusão Socioprodutiva - Vida Melhor e dá outras providências. Estado da Bahia.
		Lei 7.863, de 25 de maio de 2010. Estabelece a obrigatoriedade da implantação de mecanismo de captação e armazenamento das águas pluviais nas coberturas das edificações, e a captação, reciclagem e armazenamento das águas servidas para posterior utilização em atividades que não exijam o uso de água tratada nos empreendimentos pluri-domiciliares e comerciais no Município do Salvador-BA.
	Ceará (CE)	Lei 16.033, de 20 junho de 2016. Dispõe sobre a política de reúso de água não potável no âmbito do Estado do Ceará.
	Maranhão (MA)	Lei nº 10.200 de 08 de janeiro de 2015. Dispõe sobre a Política Estadual de Gestão e Manejo Integrado de Águas Urbanas e dá outras providências. Estado do Maranhão.
		Lei nº 10.309 de 16 de setembro de 2015. Estabelece as diretrizes para Programa Estadual de Conscientização, Conservação e Uso Racional da Água. Estado do Maranhão.
	Paraíba (PB)	Lei nº 9.130 de 27 de maio de 2010. Cria o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações Públicas da Paraíba, conforme especifica e adota outras providências. Estado da Paraíba.
		Lei nº 10.575, de 24 de novembro de 2015. Altera a Lei nº 10.033, de 03 de julho de 2013, que Institui a Política Estadual de Captação, Armazenamento e Aproveitamento da Água da Chuva no Estado da Paraíba.
		Lei nº 10.033, de 03 de julho de 2017. Institui a Política Estadual de Captação, Armazenamento e Aproveitamento da Água da Chuva no Estado da Paraíba.
	Pernambuco (PE)	Lei nº 14.572, 27 de dezembro de 2011. Estabelece normas para o uso racional e reaproveitamento das águas nas edificações do Estado de Pernambuco.
		Lei nº 16.584, de 10 de junho de 2019. Altera a Lei nº 14.572, de 27 de dezembro de 2011, que estabelece normas para o uso racional e reaproveitamento das águas nas edificações, a fim de dispor sobre a coleta e o reaproveitamento da água do sistema de climatização das edificações. Estado de Pernambuco.
		Lei nº 15.911, de 31 de outubro de 2016. Altera a Lei nº 14.572, de 27 de dezembro de 2011, que estabelece normas para o uso racional e reaproveitamento das águas nas edificações do Estado de Pernambuco.
Lei nº 18.112, de 13 de janeiro de 2015. Dispõe sobre a melhoria da qualidade ambiental das edificações por meio da obrigatoriedade de instalação do "telhado verde", e construção de reservatórios de acúmulo ou de retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem. Município de Recife-PE.		
Piauí (PI)	Lei nº 7.292, de 06 de dezembro de 2019. Disciplina o uso racional dos recursos hídricos, reaproveitamento de águas pluviais, águas servidas. Estado do Piauí.	
	Lei nº 4.774, de 19 de agosto de 2015. Institui a Política Municipal de Captação, Armazenamento e Aproveitamento da Água da Chuva no Município de Teresina, e dá outras providências. <i>Diário Oficial de Piau</i> , 31 de agosto de 2015. Município de Teresina-PI.	

Região	Estado	Descrição
		Lei nº 6.280, de 05 de novembro de 2012. Fica criado o Programa de Captação de Água da Chuva coletada por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos, em lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500 m ² . Estado do Piauí.
	Rio Grande do Norte (RN)	Lei nº 3.333, de 21 de julho de 2017. Cria no Município de Currais Novos o Programa de Conservação e Uso Racional da Água. Município de Currais Novos-RN.
	Sergipe (SE)	Em criação.
Sudeste	Espírito Santo (ES)	Projeto de Lei nº 584/2019, de 16 de julho. Estabelece a Política Estadual de Captação, Armazenamento e Aproveitamento de Águas Pluviais e define normas gerais para sua promoção no Estado do Espírito Santo.
		Lei nº 10.624 de 12 de janeiro de 2017. Obriga a instalação de sistema e de equipamentos para captação, tratamento e armazenamento de água da chuva em postos de serviços e abastecimento de veículos e assemelhados no Estado do Espírito Santo.
	Minas Gerais (MG)	Não encontradas
	Rio de Janeiro (RJ)	Lei n 4.393, de 16 de setembro de 2004. Dispõe sobre a obrigatoriedade das empresas projetistas e de construção civil a prover os imóveis residenciais e comerciais de dispositivo para captação de águas da chuva. Estado do Rio de Janeiro
		Lei nº 2.630, de 07 de janeiro de 2009. A Tribuna. Disciplina os procedimentos relativos ao armazenamento de águas pluviais para reaproveitamento e retardo da descarga na rede pública. Município de Niterói, RJ.
		Lei nº 348, de 3 de junho de 2011. Cria no âmbito do município de São Gonçalo, o sistema de reuso de água de chuva para utilização não potável em órgãos públicos como escolas, hospitais, postos médicos e outros. Município de São Gonçalo, RJ.
		Lei nº 9.164 de 28 de dezembro de 2020. Regulamenta os procedimentos para armazenamento e retardo de água de chuva em perímetros urbanos para aproveitamento e postergação de sua descarga na rede pública, além da acumulação de água cinza clara para seu tratamento e uso em fins cuja água não necessite ter caráter potável consoante as normas técnicas e dá outras providências e revoga a lei nº 7.463, de 18 de outubro de 2016
		Lei 2.626, de 30 de dezembro de 2008. Dispõe sobre a instalação de sistemas de aquecimento solar de águas e do aproveitamento de águas pluviais na construção pública e privada e cria a comissão municipal de sustentabilidade urbana. Município de Niterói-RJ.
		Lei Nº 2.801, de 24 de maio de 2018. Institui, no município de Maricá, o programa de conservação, uso e reuso racional da água em edificações. Município de Maricá-RJ.
		Lei nº 772, de 06 de novembro de 2017. Dispõe sobre a criação de reservatórios para escoamento e reúso do excesso de águas pluviais no âmbito do Estado do Rio de Janeiro.
	São Paulo (SP)	Lei n 12.526, de 2 de janeiro de 2007. Estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais. Estado de São Paulo.
		Lei nº 16.402, de 22 de março de 2016. Disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo no Município de São Paulo-SP.
		Lei Nº 16.174 de 22 de abril de 2015. Estabelece regramento e medidas para fomento ao reúso de água para aplicações não potáveis, oriundas do polimento do efluente final do tratamento de esgoto, de recuperação de água de chuva, da drenagem de recintos subterrâneos e de rebaixamento de lençol freático, no âmbito do Município de São Paulo-SP.
		Lei nº 10.578, de 22 de fevereiro de 2010. Cria o sistema de reuso de água de chuva no município de São José do Rio Preto/SP, para utilização não potável em condomínios, clubes, entidades, conjuntos habitacionais e demais imóveis residenciais, industriais e comerciais. Município de São José do Rio Preto, SP.
		Lei nº 2.621, de 07 de julho de 2007. Autoriza o poder executivo a instituir o programa de captação de água da chuva no âmbito do município de Itapeva, SP.
Sul	Rio Grande do Sul (RS)	Lei 18.611, de 09 de abril de 2014. Regulamenta o controle da drenagem urbana. Município de Porto Alegre-RS.

Região	Estado	Descrição
		Lei nº 2.256, de 27 de abril de 2005. Dispõe sobre a obrigatoriedade de captação de água da chuva no município de Canela-RS.
	Paraná (PR)	Lei 10.785 de 18 de setembro de 2003. Cria no Município de Curitiba, o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações. Município de Curitiba-PR.
		Lei Nº 3185, de 01 de setembro de 2005. Obriga a captação e uso de água pluvial das novas edificações e dá outras providências. Município de Francisco Beltrão-PR.
		Decreto nº 293, de 18 de setembro de 2003. Regulamenta a lei nº 10.785/03 e dispõe sobre os critérios do uso e conservação racional da água nas edificações. Município de Curitiba-PR.
	Santa Catarina (SC)	Lei Complementar nº 691, de 29 de setembro de 2008. Institui o Programa de Conservação e Uso Racional de Água no município de Blumenau, com o objetivo de instituir medidas que induzam à conservação de água, principalmente nas edificações, bem como à conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água. Município de Blumenau-SC.
		Lei nº 4.675 de 11 de junho de 2007. Dispõe sobre a obrigatoriedade das empresas projetistas e de construção civil a prover os imóveis residenciais e comerciais de dispositivo para captação de águas da chuva. Município de Jaraguá do Sul, SC.
		Lei ordinária nº 8.080, de 09 de novembro de 2009. Institui o programa municipal de conservação, uso racional e reuso da água em edificações. Município de Florianópolis-SC.
Centro-Oeste	Distrito Federal (DF)	Lei Complementar nº 929, de 28 de julho de 2017. Dispõe sobre dispositivos de captação de águas pluviais para fins de retenção, aproveitamento e recarga artificial de aquíferos em unidades imobiliárias e empreendimentos localizados no Distrito Federal.
		Resolução nº 03, de 19 de março de 2019. Estabelece diretrizes para implantação e operação de sistemas prediais de água não potável em edificações residenciais. Distrito Federal.
		Lei nº 6065, de 09 de janeiro de 2018. Institui a Política de Incentivo ao Reaproveitamento da Água da Chuva no Distrito Federal.
	Goiás (GO)	Lei nº 17.128, de 18 de agosto de 2010. Dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de equipamento para tratamento e reutilização da água utilizada na lavagem de veículos, e de equipamento para reaproveitamento de água das chuvas. Município de Goiânia-GO.
	Mato Grosso (MT)	Lei nº 9.674, de 19 de dezembro de 2011. Autoriza o Poder Executivo a criar mecanismos de incentivo e captação da água de chuva e dá outras providências. Município de Cuiabá, MT.
	Mato Grosso do Sul (MS)	Lei nº 4.699 de 20 de setembro de 2015. Institui a Campanha de Conscientização da Utilização da Água no âmbito do Estado de Mato Grosso do Sul.

As leis obtidas sobre uso de águas pluviais são recentes, a partir de 2003, com a maioria ou cerca de 75% sancionada na década de 2010. No geral, são leis que estabelecem definições de terminologias, critérios de uso racional da água, de maneira obrigatória e definem limites de uso, enquanto tratamento para garantia de padrões de qualidade, em atendimento aos pontos de consumo ou de utilização. Leis que disciplinam o parcelamento, uso e ocupação do solo (SÃO PAULO, 2016; ver referência na tabela acima correspondente ao estado e ano da lei) e de contenção de enchentes (SÃO PAULO, 2007) estão contempladas na listagem por apresentarem artigos que definem a obrigatoriedade de reservação para o aproveitamento de águas pluviais provenientes de edificações para fins não potáveis, quando lotes com área superior à 500 m².

Foram observadas redundâncias e discrepâncias de conteúdo na consulta de determinadas leis de um município, como por exemplo, no caso da cidade de Niterói-RJ, a partir das leis n. 2630/2009

e 2626/2008, que apresentam divergências na metodologia de dimensionamento do reservatório de retardo e de acumulação. Também foram observadas repetições de critérios de dimensionamento de reservatórios para diferentes localidades, em função apenas da área impermeabilizada superior a 500 m² (PERNAMBUCO, 2015; PIAUÍ, 2012; RIO DE JANEIRO, 2018; RIO DE JANEIRO, 2016; RIO DE JANEIRO, 2011; RIO DE JANEIRO, 2009).

Apesar de haver preocupação das leis, enquanto medidas de controle e de tratamento da qualidade da água da chuva para o aproveitamento em fins não potáveis, não há consenso de finalidades de atendimento e usos nos pontos de consumo. O município de Manaus (AMAZONAS, 2007), os estados da Bahia (BAHIA, 2016 e 2007), Espírito Santo (ESPÍRITO SANTO, 2019), Maranhão (MARANHÃO, 2015), Pernambuco (PERNAMBUCO, 2011), o município de Jaraguá do Sul (SANTA CATARINA, 2007), a cidade de Florianópolis (SANTA CATARINA, 2009), a cidade de São José do Rio Preto (SÃO PAULO, 2010) e o município de São Gonçalo (RIO DE JANEIRO, 2011), por exemplo, discriminam em suas leis a possibilidade do uso da água da chuva em vasos sanitários, enquanto que o Distrito Federal (2017), a cidade de Curitiba (PARANÁ, 2003), a cidade de Francisco Beltrão (PARANÁ, 2005), o município de Currais Novos (RIO GRANDE DO NORTE, 2017) e o estado do Rio de Janeiro (2004) não permitem o uso da água da chuva em vasos sanitários. Ocorrem, portanto, desvios de finalidades, em relação ao atendimento e uso da água da chuva no Brasil, e dentro do mesmo estado, como no caso do Rio de Janeiro, a partir da lei estadual n. 4393/2004 que não permite o uso da água da chuva em vaso sanitário e a lei municipal n. 348, do município de São Gonçalo, que permite o uso da água da chuva em vaso sanitário.

De forma geral, as leis municipais e estaduais instituem políticas de criação de programas de captação, armazenamento e uso de água de chuva, com abordagens ou categorias distintas, hierarquizadas e discriminadas, como (de):

- (a) **Incentivo:** de caráter abrangente, sem detalhes específicos, apresenta de forma geral a política de criação e/ou implantação de sistemas de captação e aproveitamento de águas pluviais, e em alguns casos, com especificações de área construída, tipos de execução de serviços de instalações, definições de termos técnicos, e apresentação genérica de padrão de uso da água de chuva;
- (b) **Obrigatoriedade:** mais detalhada que a categoria anterior, correspondente às exigências de implantação de sistemas de águas pluviais nas edificações, em função de determinadas condições, como: tipo de serviço, área construída e impermeável e
- (c) **Técnico:** mais criteriosa que as categorias anteriores, destinada às normas que estabelecem parâmetros técnicos, como coeficiente de escoamento, fórmulas de cálculo do volume captado, materiais a serem utilizados no sistema, forma de construção, e local de

instalação; bem como da apresentação de critérios ou parâmetros de qualidade de água, como físicos, químicos e microbiológicos; citação de portarias, resoluções e leis, baseadas nos limites de atendimento dos órgãos ambiental e de saúde.

Mais da metade ou 57% das leis brasileiras sobre água de chuva constituem-se, de forma abrangente, como medidas legais de incentivo às políticas de implantação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais, sem detalhamento técnico, quanto às exigências de instalação, operação e manutenção dos sistemas. A categoria “obrigatoriedade” estão presentes em 20 leis ou 36% delas sancionadas no país, com apresentação de condições especificadas, como área e tipo de instalação. Cerca de 7% ou 4 leis apresentaram critérios técnicos de instalação de sistemas de águas pluviais, como metodologias de dimensionamento e de capacidade de reservatórios e limites restritivos, relacionados à qualidade da água da chuva. A Tabela 3 apresenta o quantitativo de leis, de acordo com as categorias estabelecidas de políticas sobre águas pluviais por região brasileira.

Tabela 3 - Número de leis estaduais e municipais sobre águas pluviais por região brasileira, e de acordo com as categorias legais.

Região	Incentivo	Obrigatoriedade	Técnico	Total
Norte	4	3	0	7 (13%)
Nordeste	12	5	1	18 (32%)
Centro Oeste	2	1	0	3 (5%)
Sudeste	9	8	2	19 (34%)
Sul	3	3	0	6 (11%)
DF	2	0	1	3 (5%)
Total	32 (57%)	20 (36%)	4 (7%)	56

Em particular, a região semiárida do Nordeste apresenta histórico de aproveitamento de água de chuva, por iniciativas não governamentais, como o Programa 1 Milhão de Cisternas (P1MC) e o Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2) (RIBEIRO, 2019). A região Sudeste apresenta o maior quantitativo de leis encontradas sobre águas pluviais, nas categorias “obrigatoriedade” e “técnico”, a rigor, pelas leis apresentarem critérios mais bem estabelecidos sobre os métodos de determinação da capacidade do reservatório e de definição de padrão de qualidade da água para fins não potáveis. O aspecto qualitativo e técnico dessas leis apresentam, por exemplo, limites de pH entre 6 e 9, ausência de materiais flutuantes e indicação de tratamento de processo por desinfecção a concentração de 50 mg/L com tempo de contato mínimo de 12 horas (RIO DE JANEIRO, 2016). Não

foram encontradas legislações de caráter “técnico” nas regiões Norte, Centro Oeste e Sul do país, com leis menos detalhadas e mais abrangentes do que as apresentadas nas regiões Nordeste e Sudeste.

Considerações Finais

Da avaliação de 63 artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, um total de 40 publicações ou 63% com pesquisas sobre os aspectos qualitativos e/ou quantitativos, relacionados à caracterização de eventos pluviométricos, enquanto capacidade de armazenamento do volume precipitado e dos impactos da poluição na qualidade da água de chuva. Estudos ou projetos de viabilidade econômica foram analisados em 23 trabalhos ou 37 % dos artigos publicados, com dados que revelam a importância da elaboração de projetos, como requisito fundamental para otimizar a viabilidade financeira e reduzir o tempo de recuperação do investimento.

Na análise de 56 leis municipais e estaduais sobre águas pluviais sancionadas e em vigor no Brasil, são observados avanços na aprovação de políticas de criação de programas de captação, armazenamento e aproveitamento das águas pluviais em edificações, no âmbito de legislações de municípios e estados brasileiros. Com exceção dos estados de Minas Gerais, Roraima e Pará, todos os demais estados brasileiros apresentaram leis que tratam do incentivo para a criação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais no país. No entanto, foram observados desvios de finalidades e determinadas leis, de caráter técnico e de competência, quanto ao tipo de uso da água de chuva e de responsabilidades fiscais de instâncias municipais e estaduais. Desse modo, demonstra-se uma necessidade de atualização e revisão das leis vigentes brasileiras, como políticas de gestão das águas pluviais.

Agradecimentos

Ao Departamento de Estágios e Bolsas CETREINA, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, à Fundação de Apoio às Pesquisas FAPERJ do Estado do Rio de Janeiro e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico CNPq, pelo apoio financeiro dos projetos de iniciação científica, e à bolsa de Treinamento e Capacitação Técnica, para apoio às pesquisas de projetos de sistemas de águas pluviais da UERJ.

Referências Bibliográficas

ADHAM, A. et al. 2019. Assessing the impact of climate change on rainwater harvesting in the Oum Zessar watershed in Southeastern Tunisia. *Agricultural Water Management*. V. 221. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.05.006>. Jul, 2019.

- AMOS, C.C., RAHMAN, A., GATHENYA, J.M. 2018. Economic analysis of rainwater harvesting systems comparing developing and developed countries: a case study of Australia and Kenya. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.114>. J. Clean. Prod. V. 172, 196 e 207. 2018.
- ANA. 2020. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020: Informe anual / Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Brasília.
- ANDRADE, M.; LISBOA, M.; LISBOA, H. 2017. Reservatório de ardósia para sistemas de aproveitamento de água de chuva, Eng Sanit Ambient, 22 v. n.3, maio/jun 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527. 2019. Aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, p. 10.
- ATLAS BRASIL. 2017. Ranking de IDHM por estado. Disponível em: <https://atlasbrasil.org.br/ranking>. Acesso em 22 de junho de 2021.
- BAIYEGUNHI, L.J.S. 2015. Determinants of rainwater harvesting technology (RWHT) adoption for home gardening in Msinga, KwaZulu-Natal, South Africa. Water SA. v. 41, n.1, <http://dx.doi.org/10.4314/wsa.v41i1>.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Biodiversidade. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade>. Acesso em 22 de junho de 2021.
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 09 jan. 1997.
- BRASIL. Lei nº 13.501, de 30 de outubro de 2017. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, Incentiva e promove a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 30 out. 2017.
- CHAIB B., E.; RODRIGUES, F.C; MAIA H, B.; NASCIMENTO O, N. Avaliação do potencial de redução do consumo de água potável por meio da implantação de sistemas de aproveitamento de água de chuva em edificações unifamiliares. Revista Brasileira de Recursos Hídricos vol. 20 n.3. Porto Alegre jul./set. 2015 p. 605 – 614.
- DEITCH, M.J.; FEIRER, S.T. 2019. Cumulative impacts of residential rainwater harvesting on stormwater discharge through a peri-urban drainage network. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.018>. Journal of Environment Management. V. 243. Agosto, 2019.
- FAO. 2017. AQUASTAT Global Information System on Water and Agriculture. Food And Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <http://www.fao.org/aquastat/statistics/query/index.html?lang=en>. Acesso em 23 de junho de 2021.
- FLORES, R. et al. 2012. Potencial de captação de água de chuva para abastecimento: o caso da cidade de Belém (PA, Brasil). Unisinos, Estudos Tecnológicos em Engenharia, 8(2):69-80, julho-dezembro 2012.
- GANEM, L.O. 2019. Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais em comunidades de assentamentos informais. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- GHISI, E., MAYKOT, J. 2020. Assessment of A Rainwater Harvesting System in A Multi-Storey Residential Building in Brazil. Water, v. 12, n. 2, p. 546.
- GONELA, V.; et al. 2020. Decentralized rainwater harvesting program for rural cities considering tax incentive schemes under stakeholder interests and purchasing power restrictions. Journal of Cleaner Production. V. 252. Apr, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119843>.

GUIMARÃES, R. M. et al. 2019. Qualidade da água da chuva com barreira de proteção instalada em um sistema de captação e armazenamento de águas pluviais. In: 10º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, Belém-PA. 2019.

KERESZTES, A. et al. 2020. Spatial and long-term analysis of rainwater chemistry over the conterminous United States. *Environmental Research*. Volume 188, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109872>.

KUCHINSKI, V.; GASTALDINI, C.C.M. Viabilidade técnica e econômica do aproveitamento das águas de chuva e cinza para consumo não potável em edifício residencial de Santa Maria (RS). *Revista DAE*, setembro de 2017.

LEONG, et al. 2019. Life-cycle assessment and life-cycle cost analysis of decentralised rainwater harvesting, greywater recycling and hybrid rainwater-greywater systems. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.046>. V. 229. Aug, 2019.

MAYKOT, J., GHISI, E. 2020. Assessment of A Rainwater Harvesting System in A Multi-Storey Residential Building in Brazil. *Laboratory of Energy Efficiency in Buildings, Department of Civil Engineering, Federal University of Santa Catarina*. *Water* 2020, 12(2), 546. <https://doi.org/10.3390/w12020546>.

MELLO, M.; PERTEL, M.; SOUZA, F. P. de. Análise de viabilidade econômica: um estudo de aproveitamento de água de chuva no Instituto Educacional Paulo de Tarso - Campos, RJ. *Exatas & eng., Campos dos Goytacazes*, v. 4, n. 8, Jan-Abril, 2014.

MIMURA, A.M.S.; ALMEIDA, J.M.; VAZ, F.A.S.; DE OLIVEIRA, M.A.L.; FERREIRA, C.C.M.; SILVA, J.C.J. Chemical composition monitoring of tropical rainwater during an atypical dry year. *Atmospheric Research*, Volume 169, Part A, 2016, Pages 391-399, <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2015.11.001>.

MOREIRA DE SOUZA, C.; DELDUQUE ALVES, L.; AREAS DE ALMEIDA, J.C.; BASTOS, P.G.; SILVA FONSECA, F.F.; NUNES DA SILVA, G.; ROSAS, D.F.; OHNUMA JR, A.A.; BILA, D.M. 2019. Influência da Sazonalidade na Concentração de Poluentes em um Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva. In: XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Foz do Iguaçu, PR. 24 a 28 nov 2019.

MUSAYEV, S.; BURGESS, E.; MELLOR, J. 2018. A global performance assessment of rainwater harvesting under climate change. *Resources, Conservation and Recycling*. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.01.023>. V. 132. May, 2018.

NOTARO, V., LIUZZO, L., FRENI, G. 2016. Reliability Analysis of Rainwater Harvesting Systems in Southern Italy. *Procedia Engineering*, v 162, 2016, pages 373-380. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.077>.

NUNES DA SILVA, G.; DELDUQUE ALVES, L.; DOS SANTOS, I.E.; BILA, D.M.; OHNUMA JR., A.A.; CORRÊA, S.M. An assessment of atmospheric deposition of metals and the physico-chemical parameters of a rainwater harvesting system in Rio de Janeiro Brazil, by means of statistical multivariate analysis. *Ambiente e Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, v. 15, n. 4, p. 1-31, july 2020. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.2522>.

REZENDE, J.H.; TECEDOR, N. Aproveitamento de água de chuva de cobertura em edificações: dimensionamento do reservatório pelos métodos descritos na NBR 15527. *Rev. Ambiente e Água, Taubaté*, v. 12, n. 6, p. 1040-1053, dez 2017. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1940>.

RIBEIRO, C. S.; OLIVEIRA, G. G. 2019. A questão hídrica no semiárido baiano: conflitos pelo uso da água e as tecnologias sociais de aproveitamento de água de chuva. *Revista del CESLA*, n. 23. Uniwersytet Warszawski.

ROCHA, B. C. C. M., REIS, R. P. A., ARAÚJO, J. V. G. 2011. Avaliação de Sistema de Tratamento de Águas de Chuva Coletadas em Telhado de Cimento Amianto, utilizando Filtração e Desinfecção por UV e Cloro. *Revista Eletrônica de Engenharia Civil* nº 3.

SANTOS, D. K. A. et al. 2020. Simulação do uso de água pluvial em edifício público: A SPU/SE como estudo de caso. In: XIII Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe, 2020, Sergipe. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2020.

- SANTOS, C.; INTEAZ, M.A.; GHISI, E.; MATOS, C. 2020. The effect of climate change on domestic Rainwater Harvesting. *Science of the Total Environment*. V. 729. Aug, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138967>.
- SARMENTO, M. I. A. et al. 2017. Captação e aproveitamento de água da chuva em residências rurais no Município de Nazarezinho – Paraíba. *Rev. de Agroec. no Semiárido-- (Sousa – PB - Brasil)* v. 1, n.1, p.24 - 33, Jan - Junho, 2017.
- SEMAAN, M; DAY, S.D.; GARVIN, M.; RAMAKRISHNAN, N.; PEARCE, A. 2020. Optimal sizing of rainwater harvesting systems for domestic water usages: A systematic literature review. *Resources, Conservation & Recycling*: X. V. 6. <https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2020.100033>.
- SILVA, E. H. B. C.; ORRICO, S. R. M. A. 2015. Confiabilidade do tamanho das cisternas rurais. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais, [S.l.]*, v. 3, n. 2, p. 091-099, nov. 2015.
- TAMAGNONE, P.; COMINO, E.; ROSSO, M. 2020. Rainwater harvesting techniques as an adaptation strategy for flood mitigation. *Journal of Hydrology*. V. 586. Jul 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124880>.
- TEIXEIRA, C. A.; BUDEL, M. A.; CARVALHO, K. Q. de; BEZERRA, S. M. da C.; GHISI, E. 2017. Estudo comparativo da qualidade da água da chuva coletada em telhado com telhas de concreto e em telhado verde para usos não potáveis. *Ambiente Construído, Porto Alegre*, v. 17, n. 2, p. 135-155, abr./jun.2017. <http://doi.org/10.1590/s1678-86212017000200150>.
- TESTON, A.; GERALDI, M.S.; COLASIO, B.M.; GHISI, E. 2018. Rainwater harvesting in Buildings in Brazil: a literature review. *Water*. 2018, 10, 471. <https://doi.org/10.3390/w10040471>.
- TOMAZ, P. 2009. Aproveitamento de água de chuva de cobertura em área urbana para fins não potáveis. Ed. Navegar. 208 p.
- TUGOZ, J., BERTOLINI, G.R.F.; BRANDALISE, L.T. Captação e aproveitamento da água das chuvas: o caminho para uma escola sustentável. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*. 2017, 6(1), 26-39. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=471655307004>.

POTENCIALIDADES DA COLETA MECANIZADA COM CONTEINERIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM MUNICÍPIOS BRASILEIROS

| ID 19362 |

1Aline Cristiane Bocca, 2Joel Dias da Silva

1Universidade Regional de Blumenau, e-mail: acbambiental@gmail.com; 2Universidade Regional de Blumenau, e-mail: joels@furb.br

Palavras-chave: Coleta mecanizada; Containerização; Resíduos sólidos.

Resumo

As etapas de acondicionamento adequado e coleta de resíduos têm-se apresentado como um grande desafio para os gestores públicos, principalmente, à luz do que se preconiza na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) quanto à gestão integrada e gerenciamento de resíduos. A exemplo do que já acontece em alguns países da União Europeia, municípios brasileiros têm implementado o modelo de coleta mecanizada com containerização com a perspectiva de valorização de frações recicláveis e atendimento da PNRS. Neste contexto, cientes de que a implementação destes sistemas dependerão da gestão municipal, dos planos municipais de gerenciamento de resíduos sólidos e da disponibilização de verbas públicas, este trabalho propõe uma avaliação das perspectivas de gestores públicos quanto à implementação de sistema de coleta mecanizada com containerização dos resíduos sólidos. Com uma abordagem descritiva e exploratória de 11 municípios brasileiros e 13 gestores públicos, constatou-se que embora existam desafios na implantação e operacionalização desse sistema de coleta, os seus benefícios se sobrepõem e proporciona a modernização dos serviços de coleta de resíduos sólidos para o município e a sua população.

Introdução

A produção de resíduos sólidos urbanos (RSU) tem aumentado expressivamente, acompanhando o aumento populacional e padrões de consumo de produtos e serviços em escala mundial (SILVA et al., 2020). Como consequência, a necessidade de novas alternativas, instrumentos econômicos aplicáveis e investimentos na prestação de serviços de saneamento básico,

especialmente, no manejo de resíduos sólidos urbanos, tornou-se indispensável (MANNARINO et al., 2016).

Contudo, o problema vai além de questões ambientais relacionadas ao seu manejo, mas também, impacta no contexto social e econômico, onde é possível observar fragilidades que, por vezes, são indissociáveis, mesmo que eventualmente sejam tratadas isoladamente (MARCHI, 2015; BERTANZA et al., 2018).

Esta tem sido uma das questões mais desafiadoras para gestores públicos na construção de soluções sustentáveis. Requer um esforço substancial para reduzir a produção de resíduos sólidos, para melhorar os sistemas de coleta e transporte (PÉREZ; LUMBRERAS; RODRÍGUEZ, 2020; SILVA et al., 2020). Além disso, o desafio não se restringe em remover os resíduos de vias públicas e das edificações, mas também em valorizá-los, e na impossibilidade de destiná-los adequadamente ao mesmo tempo em que se atendem políticas públicas relacionadas ao tema em suas diferentes esferas do Governo (MENDONÇA, 2015).

Por exemplo, no Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) instituída pela Lei Nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, apresentou diretrizes relativas à gestão integrada e gerenciamentos de resíduos sólidos que, dentre os seus objetivos, estão previstas a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

Contudo, alguns destes objetivos estão ligados a mudanças de hábitos, costumes e até processos industriais, enquanto outros são fortemente dependentes da gestão pública municipal e sua realidade ímpar. No caso da coleta e tratamento dos RSU e o seu impacto na saúde pública e bem estar dos cidadãos, existem ainda importantes desafios de gestão a serem considerados (FERNANDES et al., 2020).

Neste contexto, a coleta é uma das etapas mais relevantes da gestão de resíduos e com isso cresce o interesse dos municípios na busca por métodos alternativos de coleta e tratamento de resíduos (FERRÃO; MORAES, 2021), como é o caso da utilização de contêineres para o armazenamento e reciclagem de resíduos sólidos urbanos e industriais.

Esse tipo de coleta mecanizada com containerização é muito comum na Europa, a exemplo de países como Espanha, Suécia, Itália, Reino Unido e Itália, em que este é o principal modelo de coleta de resíduo sólidos adotado (GALLARDO et al., 2012; WOODARD et al., 2004; RANIERI et al., 2014).

No Brasil, a coleta mecanizada com contêineres já é realidade em alguns municípios. Em Caxias do Sul (RS), o sistema foi implantando em 2007 e atende 100% da população. Flexibilidade de horários de coleta, redução de odores, supressão de ações de animais de pequeno porte e roedores, assim como, riscos de saúde ocasionados pela exposição de resíduos na rua têm sido apontados como

pontos positivos desde a transição das modalidades da coleta convencional para a mecanizada (CAXIAS DO SUL, 2016). No município de Itu (SP), o sistema atende 100% da área urbana com média diária de 151 t de resíduos (ITU, 2013). Em Blumenau (SC), o sistema foi adotado em 2016, e desde então, tem contribuído na segregação dos resíduos recicláveis e rejeitos, na redução da poluição ambiental, na melhoria e manutenção da limpeza em vias públicas e no fortalecimento de associações e cooperativas de catadores (BLUMENAU, 2016).

A partir do exposto, buscar-se-á diagnosticar a implantação deste sistema de coleta mecanizada de resíduos em diferentes municípios brasileiros, à luz dos desafios e perspectivas do ponto de vista dos gestores municipais para o atendimento das diretrizes determinadas pela PNRS/2010.

Metodologia

A pesquisa possui uma abordagem quali-quantitativa, de natureza descritiva e exploratória. Está estruturada em quatro macro etapas, a saber: (1) pesquisa na literatura e identificação dos municípios com sistema de coleta mecanizada de RSU com containerização, (2) caracterização dos sistemas de coleta encontrados, (3) identificação das expectativas dos gestores para a implantação do sistema de coleta e (4) qualificação das informações obtidas respondendo ao problema proposto.

O referencial teórico teve como finalidade a identificação de pesquisas sobre a coleta mecanizada com containerização, cujas informações subsidiaram as discussões dos resultados, contemplando-se aspectos de gestão e gerenciamento de RSU. Nesta etapa, foram identificados 11 municípios que atualmente utilizam o sistema de coleta mecanizada com containerização, e selecionados 13 gestores para participarem da pesquisa através de um questionário online, estes foram identificados por “RESPONDENTES”.

Para a caracterização dos sistemas de coleta de cada município, utilizou-se a classificação proposta por Pérez; Lumbreras e Rodríguez (2020): kerbside (contêineres alocados na calçada/meio-fio), in drop-off points (contêiner em ponto de coleta), subterrâneos e sistemas pneumáticos de coleta.

Para identificar as expectativas dos gestores, um questionário estruturado foi elaborado e aprovado pelo Comitê de Ética da FURB sob o nº CAAE 43541021.2.0000.5370, com perguntas abertas, e aplicado on-line via Google forms.

De posse das informações obtidas, uma análise qualitativa de todas as respostas dos questionários foi realizada. À medida em que se repetiam ou destacavam palavras, frases, padrões de comportamento e pensamentos, realizou-se a classificação dos dados obtidos (LIMA, 2014) em

quatro blocos: características do sistema de coleta mecanizada com containerização, principais objetivos da implantação, gestão do sistema de coleta e resultados obtidos após implantação.

A pesquisa descritiva para esta etapa possibilitou a descrição detalhada das expectativas dos gestores nas principais fases de implantação, operação e manutenção do sistema de coleta.

Resultados e discussões

SISTEMAS DE COLETA MECANIZADA DE RSU COM CONTEINERIZAÇÃO: CARATERÍSTICAS NO BRASIL

O sistema de coleta mecanizada, com containerização no Brasil, ganhou espaço em alguns estados e municípios nos últimos anos, a exemplo de vários países europeus, tais como Espanha, Itália e Alemanha (SALTO SP, 2020), utilizando o mesmo padrão de pré-coleta e transporte de RSU (BERTANZA et al., 2018). Sendo assim, a partir das informações coletadas junto aos respondentes foi possível identificar as características e fluxo do sistema de coleta (Figura 01) adotados.

O acondicionamento (1) dos RSU é realizado em contêineres alocados em calçadas e em pontos de entrega, sendo estes estacionários na superfície das calçadas ou subterrâneo. Para cada tipo de coleta os contêineres podem possuir tamanhos e materiais diferentes (FEITOSA, 2018), e ainda serem identificados por cores e adesivos. A identificação dos contêineres é um critério adotado pelos gestores, geralmente, para coleta seletiva de modo a direcionar a segregação dos resíduos em recicláveis e rejeitos ou úmidos.

O sistema de transporte de coleta (2) a exemplo do sistema europeu, pode ser totalmente automatizado e a única mão de obra é o motorista do veículo, ou semiautomático, que possuem braços mecânicos basculantes que fazem o carregamento do contêiner. Porém, é necessário a presença de uma ou duas pessoas para realizar a movimentação do contêiner até o veículo. (FILHO, 2015).

Existe ainda o sistema pneumático, que é uma tecnologia que possui características diferentes por ser dotado de tubulação subterrânea que transporta os resíduos sólidos até as centrais de coleta subterrânea (SAFFER et al., 2013), contudo este sistema não é comum no Brasil.

Em relação ao tipo de caminhão utilizado no transporte dos RSU coletados, existem diferentes tipos de carregamento: frontal, superior, traseiro ou lateral. (FILHO, 2015). Nos municípios brasileiros foram identificados caminhões que apresentam a característica de ser basculante com carga traseira para 69% dos municípios, basculante com carga lateral para 15,5% e 15,5% utilizam ambos os tipos de caminhão, sendo os RSU destinados (3) para aterros sanitários, associações de catadores ou cooperativas de reciclagem.

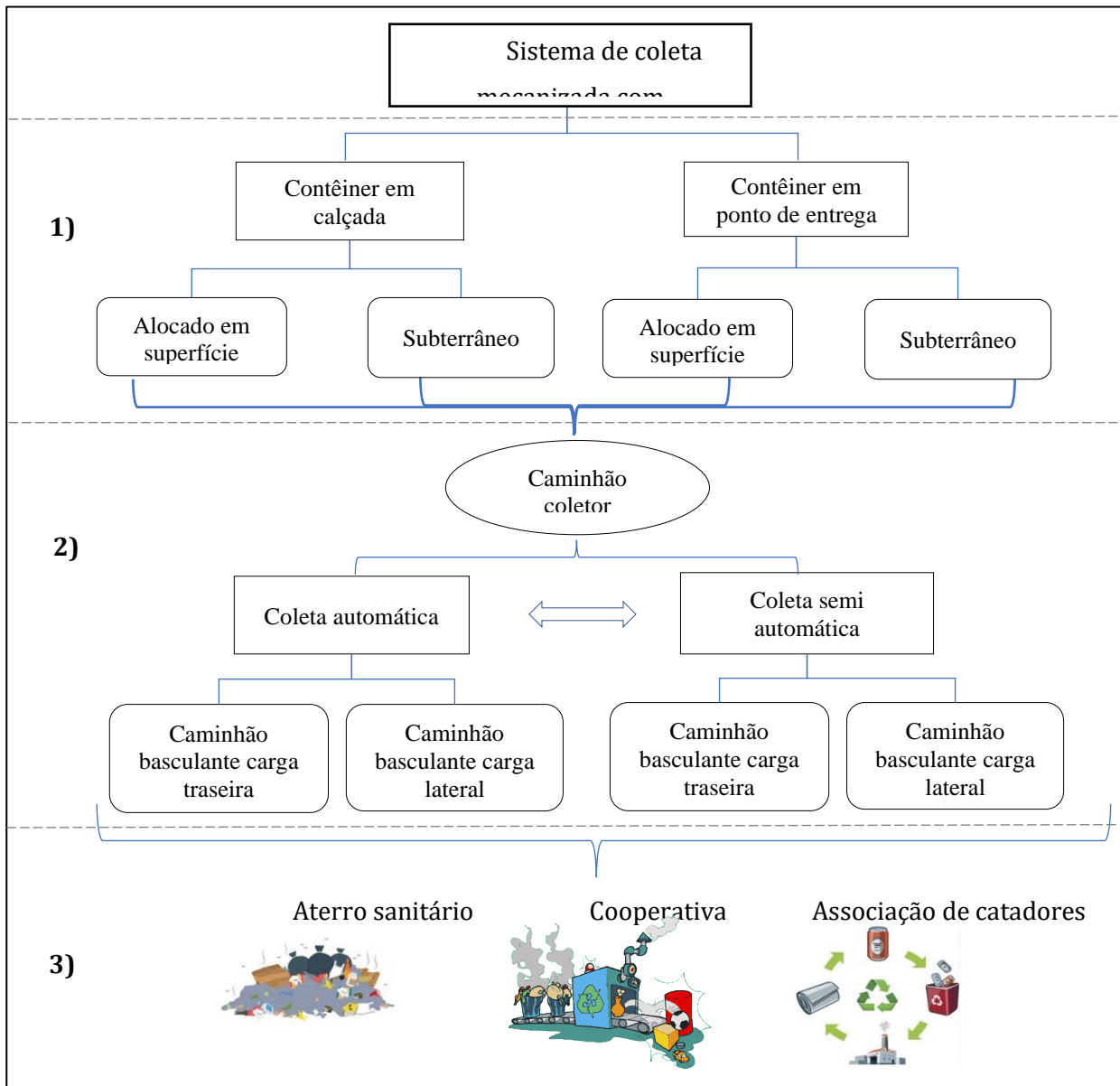


Figura 1: Fluxograma do Sistema de Coleta Mecanizada de RSU com Containerização no Brasil.

OBJETIVOS E EXPECTATIVAS DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE COLETA MECANIZADA COM CONTEINERIZAÇÃO EM MUNICÍPIOS DO BRASIL

O sistema de coleta mecanizada com containerização ganhou espaço em alguns municípios brasileiros, quando se buscavam alternativas para o gerenciamento de resíduos sólidos, principalmente em 2010, após a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) instituída pela Lei Nº 12.305 (Brasil, 2010) onde despertou o compromisso de gestores públicos para garantir que as diretrizes desta política fossem cumpridas, conforme relatado por alguns respondentes.

Após este marco legal de 2010, diversos Planos Municipais de Gerenciamento de Resíduos Sólidos foram atualizados e novas versões publicadas, em que buscou-se planejar e atender as premissas da PNRS. Com isso, ao serem questionados sobre a relação da implantação do sistema de coleta mecanizada com seus planos municipais, 62% dos gestores afirmaram existir essa relação.

Em seguida, questionou-se sobre os principais objetivos da implantação do sistema de coleta mecanizada com containerização nos municípios em questão. Foram destacados os principais relatos dos respondentes (Tabela 1), sendo os de maior relevância a proliferação de vetores e melhor acondicionamento dos resíduos.

Em menor proporção, foram citados modernização dos serviços, poluição visual e estética do município, agilidade na coleta, a containerização promove a reciclagem dos resíduos sólidos, evita-se a poluição ambiental, promove a conscientização ambiental dos geradores, melhores condições de trabalho para as pessoas envolvidas na coleta, melhor qualidade de vida da população e uma forma de terceirização do serviço de coleta.

Tabela 1 - Principais objetivos relacionados pelos gestores para implementação do sistema de coleta.

Objetivos	% respondentes	de Nº citações
Proliferação de vetores e odor	46%	06
Melhor acondicionamento dos resíduos	31%	04
Modernização do serviço	23%	03
Poluição visual / estética	23%	03
Agilidade na coleta	23%	03
Reciclagem	15%	02
Poluição ambiental	15%	02
Terceirização do serviço	8%	01
Conscientização dos geradores	8%	01
Condições de trabalho	8%	01
Qualidade de vida população	8%	01

Dos respondentes, 46% citaram aspectos epidemiológicos como a redução de proliferação de vetores transmissores de doenças, uma vez que uma das principais causas de proliferação desses vetores é a falta de saneamento básico adequado, o que inclui os serviços de coleta de resíduos sólidos. Além disso a relação entre a não proliferação de vetores e não acúmulo de resíduos nas ruas e calçadas é evidente (FEITOSA, 2018), uma vez que proporciona além de saúde pública, a estética do ambiente.

CRITÉRIOS DE IMPLANTAÇÃO ADOTADOS PELOS MUNICÍPIOS

De acordo com Lima (2014), nas zonas urbanas devem ser observados alguns aspectos que influenciam diretamente o manejo dos RSU, entre os quais podem ser citados a expansão das áreas urbanas, a densidade populacional, a situação econômica, ambiental e educacional dos habitantes da localidade.

Em Madri na Europa, o sistema de coleta mecanizada com containerização foi projetado considerando os seguintes parâmetros: população (densidade e dispersão), a topografia, os parâmetros econômicos, os sistemas de coleta já em operação, vandalismo nos sistemas já em operação, acessos as regiões, espaço físico das ruas e a condição das mesmas, as atividades comerciais locais e até a salinidade em áreas costeiras (PEREZ et al., 2017).

Neste contexto, a exemplo dos modelos europeus, os critérios adotados pelos gestores respondentes e suas equipes para a escolha e o dimensionamento do sistema de coleta foram principalmente a densidade populacional, ou seja, locais com maior população e conseqüentemente com maior geração de RSU e a trafegabilidade (Tabela 2).

Tabela 2 – Critérios destacados pelos gestores para escolha e dimensionamento do sistema de coleta.

Descrição dos Critérios	% de respondentes	Nº de citações
Densidade populacional	38%	05
Trafegabilidade/vias de acesso	23%	03
Atender principais corredores de serviço da cidade	8%	01
Topografia	8%	01
Custo	8%	01
Histórico de resíduos	8%	01
Distância entre os contêineres	8%	01
Atender a região Central	8%	01

Entretanto, tais critérios, apesar da possibilidade de sua utilização como base para outros municípios, para o dimensionamento de um sistema de coleta, é fundamental o planejamento da gestão de RSU utilizando o contexto histórico de dados necessários para compreensão do processo de geração, composição e elaboração de um diagnóstico local (BLUMENAU, 2016). Por exemplo, há uma preocupação dos gestores quanto a trafegabilidade no que diz respeito aos acessos dos veículos coletores e a topografia local, sendo um aspecto de grande influência na definição de rotas e itinerários de coleta, e também o posicionamento dos contêineres.

Em relação à destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, a PNRS/2010 se refere à “destinação de resíduos que inclui a reutilização e a reciclagem [...]” inseridos no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

Seguindo essa diretriz, 69% dos municípios respondentes e que realizam a coleta seletiva, afirmaram que o material reciclável coletado é destinado para associações de catadores ou cooperativas de reciclagem. Os demais municípios, equivalentes a 31%, afirmaram que destinam parte do material reciclável para associações de catadores ou cooperativas, e parte do material para empresas privadas.

Desta forma, os municípios colocam em prática uma das premissas da PNRS que em seu Art. 18 § 1º cita “II - implantarem a coleta seletiva com a participação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda” (BRASIL, 2010).

A GESTÃO DO SISTEMA DE COLETA

Durante o processo de implantação do sistema de coleta mecanizada com containerização nos municípios, alguns desafios de aspecto social, ambiental, geográfico e econômico foram enfrentados. São eles: questões geográficas; falta de conscientização dos consumidores/geradores de resíduos; ação de catadores informais; falta de infraestrutura de fiscalização; incorreto uso dos contêineres na disposição dos resíduos; adaptação da população; dificuldade na instalação em encontrar locais onde o contêiner fosse aceito; ninguém quer contêineres em frente à sua casa; rejeição do contêiner à frente das residências e/ou comércio; lixo depositado no chão ao lado do contêiner.

É possível observar que se destacam as dificuldades quanto a aceitação da população em ter contêineres em frente as suas residências ou comércio. Há relatos de que a própria população modificava a localização dos contêineres para retirar da frente de sua casa.

Logo, observa-se também o aspecto cultural e educacional da população no que diz respeito ao comportamento e hábitos. A falta de conscientização e sensibilização em relação ao sistema de coleta repercute também na forma como os contêineres são utilizados no dia a dia.

Um exemplo é o relato dos respondentes quanto ao “Lixo depositado no chão ao lado do contêiner” e “contêiner que fica vazio e outro acima da capacidade”, o que corrobora com uma questão referenciada pelo Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Salto (2020) que afirma encontrar “contêineres completamente lotados e ainda alguns resíduos ao seu redor”.

Ranieri et al. (2014) aponta que uma das principais causas da ineficiência de serviços de coleta de resíduos é a falta de consciência da população e a falta de informações corretas por parte da administração pública, muitas vezes o próprio gestor responsável pelo serviço.

Outro desafio é que muitos municípios não realizam a segregação adequada dos resíduos na fonte, ou seja, em suas próprias casas. Logo, ao descartar os resíduos no contêiner mais próximo não realizam a disposição adequada conforme a identificação por cores ou adesivos de resíduos recicláveis e rejeitos. Este comportamento resulta em contêineres lotados, com transbordo nas calçadas, mistura dos tipos de resíduos dificultando também a triagem após a coleta.

A ação de catadores informais, também apontado, se dá devido ao acondicionamento de recicláveis nos contêineres por mais tempo do que o indicado, quando dispostos no contêiner muito tempo antes da coleta, por exemplo. Enquanto não são coletados, os resíduos recicláveis ficam suscetíveis a serem retirados pelos catadores que não pertencem a associações ou cooperativas, que rompem as sacolas plásticas para escolha dos recicláveis, ficando materiais espalhados nas ruas e calçadas. Este comportamento também coloca em risco a integridade física do catador, já que para isso entram em contato direto com resíduos que podem estar contaminados (MENDONÇA, 2015).

No que se refere à manutenção do sistema de coleta mecanizada com containerização, alguns itens são necessários para garantir a vida útil dos equipamentos. Neste caso específico são: a higienização, lavagem periódica e as manutenções preventivas e corretivas para troca de peças específicas como tampas e rodas por exemplo. A avaliação e planejamento das manutenções corretivas e preventivas é fundamental para uma boa gestão e desempenho do sistema (GALLARDO et al., 2018) e a falta de previsão de manutenções e orçamento na etapa de implantação dos equipamentos pode ocasionar a depreciação, inutilização e diminuir a vida útil do equipamento.

Embora existam desafios a serem superados na implantação e manutenção dos sistemas de coleta, ações planejadas pela administração responsável pela gestão dos RSU, podem atuar para neutralizar essas dificuldades agindo na antecipação, melhorias e o bom desempenho do sistema uma vez que o problema já foi identificado (GALLARDO et al., 2012).

O vandalismo, depredação e mau uso dos contêineres pela população foram citados por 46% dos gestores. De acordo com os relatos obtidos, isso tem ocorrido em forma de pichação, furto de peças, furto do contêiner, mau uso com entulhos e outros materiais que danificam o equipamento, contêineres quebrados e até mesmo a queima dos contêineres.

RESULTADOS OBTIDOS COM O SISTEMA DE COLETA MECANIZADA COM CONTEINERIZAÇÃO
Aspectos positivos e negativos do sistema sob a ótica dos gestores

Para entender a visão dos gestores quanto aos aspectos positivos e negativos do sistema de coleta foi questionado “O que ressaltar de positivo e de negativo no sistema de coleta mecanizada dos resíduos sólidos?”. As respostas foram:

- **Aspectos positivos:** Estética / limpeza da cidade; Melhor logística de coleta; Facilidade na coleta pela automação; Redução de resíduos expostos na via pública; Redução de resíduos despejados nos córregos, nascentes de água, barrancos e terrenos baldios; Proteção do meio ambiente evitando poluição do solo e da água; Reduz o número de paradas dos caminhões (custo); Evita proliferação de vetores e odor; Contribui para evitar o entupimento da drenagem pluvial; Coleta em acessos intransitáveis para o veículo coletor; Velocidade da prestação de serviço; Redução de mão de obra para limpeza pública urbana e para coleta de resíduos; Evita poluição visual mantendo os resíduos dentro dos contêineres até sua coleta; Redução do risco de acidentes de trabalho para os funcionários do serviço de coleta; Melhor condição de trabalho para os funcionários do serviço de coleta; Redução de absenteísmo para o prestador de serviço; Maior produtividade para o prestador de serviço; Redução de atendimentos de crianças com doenças causadas por insetos transmissores nos postos de saúde; Maior capacidade de armazenamento de resíduos; Elimina sacos de lixos rasgados por animais.
- **Aspectos negativos:** Ação de catadores informais; Resíduos retirados do interior do contêiner e deixados na via pública; Falta de fiscalização; Falta de segregação dos resíduos para coleta seletiva; Falta de educação ambiental da população; Descarte clandestino de outros materiais; Vandalismo; Infraestrutura e espaço físico (ruas onde caminhão não passa, falta de espaço para alocar o contêiner); Custo de implantação do sistema de coleta; Resistência da população quanto a instalação do contêiner em frente a sua residência ou comércio.

Um importante dado positivo obtido foi a relação entre coleta seletiva e o sistema de coleta mecanizado, em que 77% dos gestores afirmam que houve aumento de coleta de material reciclável após implementação do sistema de coleta.

IMPACTOS PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE

Quando analisada sob a perspectiva de sustentabilidade, a gestão de resíduos de sólidos tem sido uma estratégia de desenvolvimento para os municípios e estados brasileiros, que direciona para a redução de impactos ambientais, de geração e acúmulo de resíduos, valoriza os recursos naturais e tem impacto de geração de renda (FEITOSA, 2018).

A coleta e transporte compreendem etapas da gestão de resíduos sólidos, estas que devem ser planejadas e executadas de forma a satisfazer as necessidades da população e principalmente reduzir os impactos ao meio ambiente (PEREZ et al., 2017).

Nesta etapa, segundo os gestores, após implementação do sistema de coleta mecanizada com containerização, destacou-se o aumento da coleta de resíduos recicláveis por meio da coleta seletiva, o que além de proporcionar direta e indiretamente a possibilidade de renda para catadores formais associados a cooperativas de reciclagem, também gera um grande impacto social e econômico para essas famílias envolvidas.

De acordo com gestores, o custo para a implantação do sistema de coleta pode ser alto, entretanto, a longo prazo o custo é compensado com a redução de outros valores referentes à mão de obra reduzida pela automação dos caminhões de coleta, redução dos acidentes de trabalho e seus custos vinculados, a redução do consumo de combustível pela diminuição de paradas para coleta e a redução da frota de caminhões de coleta.

O acondicionamento dos RSU nos contêineres, conforme citado pelos gestores, reduz a proliferação de vetores e odor, impactando indiretamente também na saúde pública, com a redução de doenças transmitidas por vetores. A sua maior capacidade de armazenamento de resíduos que os contêineres proporcionam, leva a redução e até eliminação da poluição visual ocasionada pelas antigas lixeiras com sacos plásticos dispostos em todos os lugares. Além disso, protegem os resíduos das intempéries até a sua coleta, beneficiando a estética da cidade.

Os impactos na gestão de aspectos econômicos, não se limitam aos custos da operação e manutenção do sistema de coleta. Para os gestores, além da geração de renda através das cooperativas e associações e redução do custo de operação a longo prazo, as manutenções do sistema de coleta requerem outras atividades complementares e indiretamente outros serviços, o que gera fluxo econômico no município.

Além disso, o sistema de coleta mecanizado se difere do sistema convencional porta a porta no que diz respeito ao esforço físico realizado pelos trabalhadores de acordo com a opinião dos respondentes, uma vez que o contêiner precisa ser apenas posicionado para que o caminhão faça o restante do trabalho através de sua automação. Com isso, a gestão de pessoas de alguns municípios foi impactada positivamente em relação a qualidade de trabalho, absenteísmo e retenção das pessoas.

No âmbito ambiental, destacam-se a preservação do meio ambiente, água e solo, pois com a maior coleta de resíduos recicláveis destinados para o tratamento adequado, menor a quantidade a serem dispostos a céu aberto ou em aterros sanitários. Além disso, esse sistema de coleta promove a conscientização da população, mesmo que indiretamente, pois induz ao gerador segregar

corretamente seus resíduos na fonte para dispor nos contêineres adequados para reciclável e rejeitos.

Para Wilson et al. (2007) uma recomendação importante aos gestores públicos é que no momento da implantação do sistema de coleta, sejam realizadas pesquisas de opinião com a população e campanhas de conscientização ambiental para que os resultados tenham adesão.

Conclusões

De modo geral, sob a perspectiva da PNRS, os municípios a partir de 2010 tem se mobilizado para reavaliar e atualizar seus planos municipais de gerenciamento de resíduos sólidos para atendimento das diretrizes estabelecidas pela PNRS, e neste cenário surgiram alguns sistemas de coleta mecanizada com containerização de RSU no Brasil.

A partir da análise dos resultados obtidos é possível perceber que este sistema de coleta oferece diversos benefícios para os municípios, embora haja alguns desafios na implantação e manutenção do sistema, mas que não se sobrepõem aos benefícios proporcionados.

O aumento da coleta de resíduos recicláveis através da coleta seletiva, proporciona a integração de cooperativas e associações com os órgãos públicos, a geração de renda para as famílias de catadores associados e a redução de resíduos destinados aos aterros sanitários locais.

Desta forma, ao integrar cooperativas e associações de catadores ao sistema de coleta local, os municípios encontraram um meio de suprir diversos problemas, como parte da ação de catadores informais, de disposição inadequada de resíduos recicláveis em locais indevidos, e ainda atender as premissas estabelecidas pela PNRS, que se referem a necessidade de os municípios implantarem a coleta seletiva com a participação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores (BRASIL, 2010).

Muitos gestores utilizam a containerização para realizar a coleta seletiva no sistema de coleta mecanizada, sendo um meio de induzir e conscientizar a população a separar seus resíduos e acondicionar no recipiente adequado, uma vez que esta tem sido uma das principais dificuldades identificadas na implantação do sistema de coleta.

Neste contexto torna-se indispensável a questão de educação ambiental fazer parte do planejamento de implantação do sistema de coleta e discutido entre os gestores e secretarias a forma de execução assertiva para este tema, pois o envolvimento e aceitação da população é essencial para os resultados positivos para a gestão de resíduos sólidos do município.

A utilização dos contêineres para o acondicionamento dos resíduos sólidos até a sua coleta, proporciona ainda a redução e até eliminação da poluição visual das cidades, o que contribui

significativamente para a estética da região. Além disso o acondicionamento em contêineres, aumentam a capacidade de armazenamento de resíduos, evitam a poluição de pluviais e do solo, protegem os resíduos das intempéries do ambiente evitando a proliferação de vetores e odor, principalmente de insetos transmissores de doenças.

Contudo, ainda são encontrados resíduos dispostos de maneira inadequada quanto a segregação, quanto a quantidade de resíduos no contêiner que muitas vezes gera transbordo e resíduos jogados nas ruas e calçadas, o que reitera a necessidade de programas de educação ambiental e de fiscalização periódica pelos órgãos competentes.

O vandalismo e a falta de recursos para manutenção, devem ser contemplados no planejamento para que o município tenha condições de garantir o sistema operante, uma vez que sem manutenções periódicas a depreciação do equipamento é inevitável, e quando somado ao vandalismo pode reduzir significativamente a vida útil do contêiner.

Uma parte da população possui resistência quanto a instalação do contêiner em frente ou próximo a sua residência ou comércio, o que se mostrou um desafio de curto prazo aos gestores, pois na medida em que os resultados são perceptíveis para a população, a aceitação ocorre naturalmente e as reclamações reduzem consequentemente.

Em geral este estudo evidencia que o sistema de coleta mecanizada com containerização proporciona a modernização dos serviços de coleta de resíduos sólidos para o município e a sua população. A utilização de caminhões coletores com automação, melhores condições de trabalho aos funcionários, redução dos impactos ambientais causados pela geração, disposição e tratamento dos resíduos sólidos, além dos benefícios econômicos e sociais, são fatores de alto impacto para a sustentabilidade local.

Referências Bibliográficas

Bertanza, G.; Ziliani, E.; Menoni, L. 2018. Techno-economic performance indicators of municipal solid waste collection strategies. **Waste Management**. Brescia, Itália. n. 74, p. 86 – 97, 2018. DOI 10.1016/j.wasman.2018.01.009.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2010. **Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em 9 de Outubro de 2020.

Feitosa, A. K. 2018. Avaliação do sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos na cidade de Juazeiro do Norte, CE, frente aos preceitos da sustentabilidade. Lajeado. Disponível em <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/2150/1/2018AnnyKarinyFeitosa.pdf>>. Acesso em 09 de outubro de 2020.

- Ferrão, C. C.; Moraes, J. A. R. 2021. Analysis of environmental risks and accidents at work in urban solid waste collection services. **Gestão & Produção**, v. 28, n. 1, 2021. DOI: 10.1590/1806-9649.2020v28e4885
- Filho, C. M. 2015. A modernidade nos coletores compactadores de lixo de carga traseira. *Revista Limpeza Pública*, São Paulo, n. 90, p. 11 – 17. Disponível em: <http://www.ablp.org.br/revistaPDF/edicao_0090.pdf>. Acesso em 01 de junho de 2021.
- Gallardo, A.; Bovea, M. D.; Colomer, F. J.; Prades, M. 2012. Analysis of collection systems for sorted household waste in Spain. **Waste Management**. Spain. n. 32, p. 1623–1633. DOI: 10.1016/j.wasman.2012.04.006.
- Gallardo, A.; Carlos, M.; Colomer, F. J.; Edo-Alcon. 2020. Analysis of the waste selective collection at drop-off systems: Case study including the income level and the seasonal variation. **Waste Management & Research**. Spain. V. 36, n. 1, p. 30 – 38. DOI: 10.1177/0734242X17733.
- Lima, G. F. C. A. 2014. O gerenciamento de resíduos sólidos urbanos em Rio Poma – MG na visão de atores sociais que participaram do processo. Disponível em < <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/4421>>. Acessado em 01 de Setembro de 2020.
- Mannarino, C. F.; Ferreira, J. A.; Gandolla, M. 2016. Contribuições para a evolução do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil com base na experiência Européia. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES**. v. 21, n. 2, p. 379 – 385, 2016. DOI: 10.1590/S1413-41522016146475.
- Marchi, C. M. D. F. 2015. Novas perspectivas na gestão do saneamento: apresentação de um modelo de destinação final de resíduos sólidos urbanos. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 7, n. 1, p. 91-105. DOI: 10.1590/2175-3369.007.001.A006.
- Mendonça, R. S. 2015. Disposição ambientalmente adequada de resíduos sólidos: efeitos sobre indicadores epidemiológicos municipais. Uberlândia. Disponível em < <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/13592>>. Acesso em 22 de outubro de 2019.
- Perez, J., Lumbreras, J., La Paz, D. D., Rodriguez, E. 2017. Methodology to evaluate the environmental impact of urban solid waste containerization system: A case study. **Journal of Cleaner Production**. v. 150, p. 197 – 213. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.03.003.
- Pérez, J.; Lumbreras, J.; Rodríguez, E. 2020. Life cycle assessment as a decision-making tool for the design of urban solid waste pre-collection and collection/transport systems. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 161, p. 104988. DOI 10.1016/j.resconrec.2020.104988.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE BLUMENAU. 2016. **Revisão do plano municipal de saneamento básico de Blumenau**. Blumenau. Disponível em < https://pmsbblumenau.files.wordpress.com/2016/02/1-pmsb-blumenau-pms_0316_r0.pdf>. Acessado em 09 de outubro de 2020.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE CAXIAS DO SUL. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMMA)**. Caxias do Sul – RS, 2016. Disponível em < <http://www.camaracaxias.rs.gov.br/upload/files/PMGIRS-ok-01-12-2016.pdf>>. Acessado em 09 de outubro de 2020.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SALTO. 2020. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Salto**. Salto – SP. Disponível em <<https://salto.sp.gov.br/download>>. Acessado em 01 de fevereiro de 2021.
- Ranieri, E.; Rada, E. C.; Ragazzi, M.; Masi, S.; Montanaro, C. 2014. Critical analysis of the integration of residual municipal solid waste incineration and selective collection in two Italian tourist areas. **Waste management & research**, v. 32, n. 6, p. 551-555. DOI: 10.1177/0734242X14533605

Saffer, M.; Izawa, M. K.; Duarte, G. A. A.; Britz, E. B.; Erce, J. A.; Beloqui, G. L. 2013. **Boas Práticas Brasil e Espanha sobre a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos com Foco na Coleta Seletiva, Reciclagem e Participação dos Catadores**. Brasília. Disponível em <<http://editora.iabs.org.br/site>>. Acesso em 12 de fevereiro de 2021.

Woodard, R.; Bench, M.; Harder, M. K.; Stantzos, N. 2004. The optimisation of household waste recycling centres for increased recycling—a case study in Sussex, UK. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 43, n. 1, p. 75-93. DOI: 10.1016/j.resconrec.2004.05.002

A REPRESENTATIVIDADE DA CONDICIONANTE 2.2 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA DO PORTO DE RIO GRANDE, UMA ANÁLISE DA ABRANGÊNCIA SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL DO LICENCIAMENTO

| ID 19372 |

1Gabriela Ferreira Santos

1Universidade Federal do Rio Grande, e-mail: gabrielaferreirasantos1224@gmail.com

Palavras-chave: Porto de Rio Grande ; Licenciamento Ambiental.

Resumo

O presente artigo analisou a representatividade da Condicionante 2.2 Programa de Monitoramento da Qualidade de Água do Porto de Rio Grande (Licença de Operação do Porto Público – LO 03/1997) que visa a consolidação de um sistema de monitoramento sobre a qualidade das águas no entorno do sistema portuário no Município de Rio Grande. O licenciamento ambiental do Porto de Rio Grande, é uma referência no atendimento das prerrogativas ambientais, sendo o primeiro porto brasileiro a obter uma Licença de Operação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) em 1992, ao realizar o Estudo e o Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA), e mais recentemente em 2012, foi o primeiro Porto a implantar um Programa de Educação Ambiental (ProEA), realizado pela Superintendência dos Portos de Rio Grande (SUPRG), uma autarquia estadual, responsável por gerenciar o Complexo Portuário de Rio Grande. No que diz respeito, ao monitoramento da Condicionante 2.2, cabe ao corpo técnico da Diretoria de Qualidade, Saúde, Meio Ambiente e Segurança (DQSMS), integrante da SUPRG, executar os procedimentos para a gestão do monitoramento da qualidade da água, que envolvem a coleta, a análise físico-química e os ensaios ecotoxicológicos de diferentes pontos amostrais na área do Porto Organizado de Rio Grande. Nesse sentido seu principal objetivo é elucidar o estado qualitativo das águas no âmbito das áreas de influência direta do Porto de Rio Grande, por meio de pontos amostrais que possam indicar o comprometimento, ou a manutenção de suas características físico-químicas em relação às normativas pertinentes. Para desenvolver a análise de representatividade esse artigo, primeiro realiza uma breve descrição dos conceitos e da linha histórica do Licenciamento do Porto de Rio Grande, e em seguida exhibe o levantamento das principais características da Condicionante 2.2

Programa de Monitoramento da Qualidade da Água, apontando o seu padrão de licenciamento, sua abrangência espacial e seu período de monitoramento. A representatividade foi obtida por meio da análise da efetividade de cada condicionante, construída a partir da atribuição de um nível de cumprimento das normas do Licenciamento Ambiental (Resolução Conama nº 237, de 19 de dezembro de 1997), que representa o quanto o objetivo da condicionante foi satisfeito. Nesse sentido, a análise dessa representatividade, foi desenvolvida por meio do levantamento de indicadores, com o objetivo de demonstrar que o cumprimento e a evolução destes instrumentos do licenciamento ambiental, têm efeitos diretos sobre o Município de Rio Grande e sua população. Para o levantamento dos indicadores foram utilizados dois critérios, o primeiro propôs apontar como a condicionante 2.2 propicia o desenvolvimento socioeconômico do Município de Rio Grande e o segundo, visa mostrar se a condicionante em questão, assegura a minimização dos impactos ambientais que o Porto é passível de causar. O indicador socioeconômico aponta o monitoramento da qualidade da água, um recurso que é matéria prima essencial para diversos meios de produção industrial, e além disso, promove atividades de educação ambiental para a população do Município de Rio Grande, conscientizando-os quanto a importância de preservar a água. Já o indicador de impactos ambientais demonstra a eficiência do corpo técnico da DQSMS suprindo a carência de dados de qualidade da água e auxiliando no gerenciamento dos demais recursos hídricos da região. Cabe destacar que, se esses dados fossem integrados em um sistema de informação, poderiam fornecer subsídios para a intervenção, prevenção e controle dos impactos ambientais no Município de Rio Grande. Além disso, o monitoramento da qualidade da água, auxilia a fiscalizar pontos de vazamento de água e a identificar e caracterizar pontos de lançamentos de esgotos de origem urbana, que causam a contaminação das águas. Portanto, a análise de representatividade, mostrou que há indicadores socioeconômicos e ambientais que subsidiam a efetividade da Condicionante em questão. Os resultados da análise de representatividade indica que o monitoramento da qualidade da água, propicia maior segurança e agilidade na tomada de decisão, pelo conhecimento do impacto socioeconômico e ambiental que a Condicionante 2.2 Programa de Monitoramento da Qualidade de Água do Porto de Rio Grande irá gerar, permite visualizar as externalidades geradas pelos setores responsáveis na execução das condicionantes e auxilia na identificação de possíveis deficiências e em suas correções. Tendo como objetivo proporcionar uma maior eficiência para o Porto de Rio Grande, com reflexos no desenvolvimento socioeconômico e ambiental do Município de Rio Grande. Ademais, o artigo foi desenvolvido no âmbito do acompanhamento do processo de licenciamento ambiental do Porto de Rio Grande realizado em conjunto com a Procuradoria da República de Rio Grande/Ministério Público Federal, a Superintendência do Porto de Rio Grande e a Universidade

Federal de Rio Grande, estabelecendo uma cooperação relacionada as atividades finalísticas das três instituições.

Introdução

A formação histórica do Município de Rio Grande tem sua gênese vinculada à expansão portuguesa em direção ao estuário do Rio da Prata, com interesse de ocupar as terras mais meridionais do Sul do Brasil. Em 1737, os portugueses fundaram o Forte de Jesus Maria José, hoje Município de Rio Grande, neste cenário predominava o papel estratégico-militar, respaldado por interesses econômicos visando à incorporação do território sul-rio-grandense (SUPRG, 2019).

Com o crescimento da população, surgiu a figura do aguadeiro, que fazia a captação de água nos poços e colocava em pipas improvisadas, para serem transportadas em carroças e vendidas para a população. A água era armazenada nas casas e pequenos reservatórios, o primeiro poço foi construído somente em 1793 e localizava-se na Praça do Poço (CORSAN, 2016).

Em 1973, o abastecimento de água foi concedido à empresa CORSAN, por intermédio do Decreto Municipal nº. 443, contudo a captação de água ainda continuava sendo efetuada por meio de poços ponteiros. No ano seguinte, foi iniciada a fluoretação da água potável e em 1975 foi efetuada a conclusão das obras de um reservatório de 2 milhões de litros, o que proporcionou o fornecimento de água tratada para a população de Rio Grande, esse desenvolvimento econômico em grande parte é resultado da ascensão econômica do polo naval do Município (CORSAN, 2016).

A partir da abertura dos portos, em 1808, o Porto do Rio Grande iniciou a movimentação de exportação e importação de embarcações estrangeiras, devido à grande quantidade e variedade de produtos agropastoris; pois abastecia todo o Estado do Rio Grande do Sul (NEVES, 1980).

Localizado no Sul do Brasil, o Porto de Rio Grande, está situado na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, no Município de Rio Grande. Segundo os dados do Plano de Zoneamento, o Porto do Rio Grande está inserido no baixo estuário da Lagoa dos Patos, entre os paralelos 31° 47' 02" e 32° 39' 45" de Latitude Sul e entre os meridianos de 52° 03' 10" e 52° 44' 10" de Longitude Oeste (Fig. 1). Neste contexto, insere-se o Município de Rio Grande, que limita-se ao Norte com o Município de Pelotas e a Laguna dos Patos; ao Sul com Santa Vitória do Palmar; à Leste pelo Oceano Atlântico; a Oeste com o Arroio Grande por meio da Lagoa Mirim e do Canal de São Gonçalo (EIA, 1997). O aspecto geográfico do território onde está localizado o Porto, é responsável por ser o escoadouro natural de toda a bacia hidrográfica da Laguna dos Patos e Mirim, que interliga todas as regiões do Estado do Rio Grande do Sul, pela malha rodoferroviária e pelo sistema navegável das Lagoas dos Patos e Mirim, com seus afluentes.

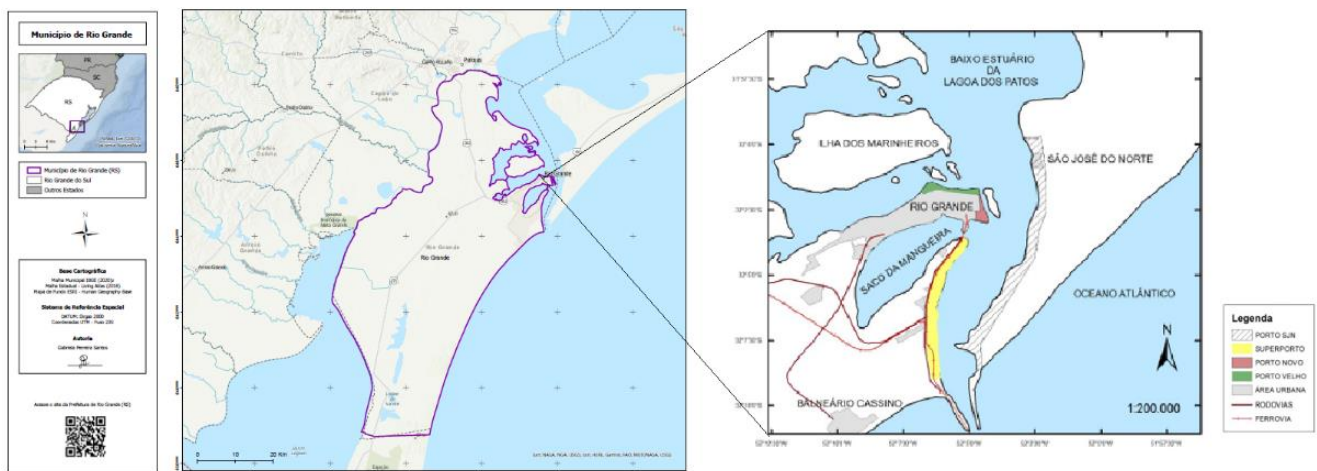


Figura 1: Localização do porto do Rio Grande e suas zonas portuárias.

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Desde o seu surgimento, o Porto de Rio Grande passou por inúmeros processos evolutivos, seja com relação à administração, que desde 1996 é exercida pela Superintendência do Porto do Rio Grande (SUPRG), uma autarquia estadual vinculada à Secretaria da Infraestrutura e Logística do Estado do Rio Grande do Sul, tipologia de cargas, infraestrutura ou sua área retroportuária. Do mesmo modo, a paisagem e a sociedade em torno deste porto passaram por diferentes rearranjos, os quais, de modo geral, foram responsáveis por uma gama de impactos positivos e negativos.

O Plano de Aceleração do Crescimento Portuário foi fundamental para a efetivação da construção de um polo naval no Município, como por exemplo, o sucedido no Bairro Getúlio Vargas (BGV) e na Vila Santa Tereza, duas comunidades localizadas no entorno do Porto Novo e Superporto, respectivamente. Ambas são oriundas do processo de expansão do Porto do Rio Grande, que gerou emprego e renda e viabilizou o estabelecimento de indústrias no seu entorno, o que resultou na formação do Complexo Portuário-Industrial do Município de Rio Grande. Atualmente, de acordo com o Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (2019) do Município de Rio Grande, o Porto de Rio Grande está direta e indiretamente relacionado a mais de 50% dos empregos do Município.

Tendo em vista a importância do Porto Organizado para o Município de Rio Grande, bem como os efeitos de suas atividades e serviços no meio social, econômico e ambiental, o presente trabalho propõe analisar a representatividade da Condicionante 2.2 Programa de Qualidade da Água, no âmbito das áreas de influência do Porto de Rio Grande, utilizando como instrumento o licenciamento ambiental.

Material e Métodos

A presente pesquisa foi desenvolvida no âmbito do acompanhamento do processo de licenciamento ambiental do Porto de Rio Grande, realizado em conjunto com a Procuradoria da República de Rio Grande/Ministério Público Federal, com a Superintendência do Porto de Rio Grande e a Universidade Federal de Rio Grande, estabelecendo uma cooperação relacionada as atividades fins das três instituições.

O principal norteador deste estudo, a partir da ótica do Município de Rio Grande, é a Condicionante 2.2 Programa de Monitoramento de Qualidade da Água do Porto de Rio Grande, deste modo, inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico por meio da Licença de Operação do Porto Público – LO 03/1997), do Relatório Anual de Gestão Ambiental do Porto do Rio Grande (SUPRG, 2019) e do Parecer Técnico nº 68/2019-COMAR/CGMAC/DILIC (SEI/IBAMA, 2019), para descrever as principais características das ações realizadas para a execução da condicionante em questão. Após esse levantamento, foi verificado se a condicionante atende ou não os requisitos do Licenciamento Ambiental (Resolução Conama nº 237, de 19 de dezembro de 1997).

A partir deste ponto, a análise de representatividade foi construída com a atribuição de indicadores, os quais são critérios que podem ser utilizados para avaliar o cumprimento das condicionantes e os seus resultados em prol da sociedade. Os indicadores de representatividade devem responder a dois critérios: I. A condicionante Programa de Qualidade da Água é importante para o desenvolvimento socioeconômico do Município de Rio Grande? II. A condicionante Programa de Qualidade da Água assegura a minimização dos impactos ambientais que o Porto é passível de causar?

Portanto, serão ponderadas como representativas, se porventura as condicionantes forem benéficas para os cidadãos de Rio Grande e auxiliarem na minimização dos impactos ambientais associados ao ambiente portuário. Nesse quesito, os resultados do porto podem ser, eventualmente, aproveitados pela sociedade, tais como os serviços públicos e os programas locais, que podem ou não gerar externalidades, como projetos socioambientais que sejam utilizados como uma ferramenta de respaldo às ações de prevenção, minimização, compensação ambiental, os quais permitem que as ações sejam direcionadas aos pontos de maior impacto do sítio portuário.

A formulação dos indicadores de representatividade se baseou na dissertação “Proposição de Indicadores para a Avaliação da Equidade Ambiental das Comunidades pesqueiras no licenciamento da atividade portuária no Litoral do Paraná (BRITO, 2020), a qual em consonância com o presente trabalho realiza uma análise de licenciamento ambiental e em consequência desenvolve a formulação de indicadores para avaliar a representatividade de atividades associadas aos

empreendimentos portuários e no Artigo Científico “Desenvolvimento de um Modelo de Avaliação de Boas Práticas de Gestão Costeira Integrada como Base para a Gestão” (FIGUEIREDO L.T. & NICOLODI J.L., 2020), uma iniciativa pioneira em termos de avaliação sistemática de boas práticas em Gerenciamento Costeiro Integrado no Brasil, que apresentou a elaboração e aplicação de um modelo que será utilizado como referência para a apresentação dos indicadores de representatividade das condicionantes do Porto de Rio Grande, entre outros trabalhos e informações técnicas que serão apresentados ao longo da análise das representatividades.

Licenciamento Ambiental do Porto de Rio Grande

Segundo, o artigo 1º, inciso I, da Resolução Conama nº 237, de 19 de dezembro de 1997, o Licenciamento Ambiental é definido como:

“Ato administrativo pelo qual o órgão ambiental competente, estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor, pessoa física ou jurídica, para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ou atividades utilizadoras dos recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental”.

Desta forma, a licença ambiental representa o reconhecimento, pelo Poder Público, de que a construção e a ampliação de empreendimentos e atividades considerados efetiva ou potencialmente poluidoras devem adotar critérios capazes de garantir a sua sustentabilidade sob o ponto de vista ambiental. (TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO, 2007).

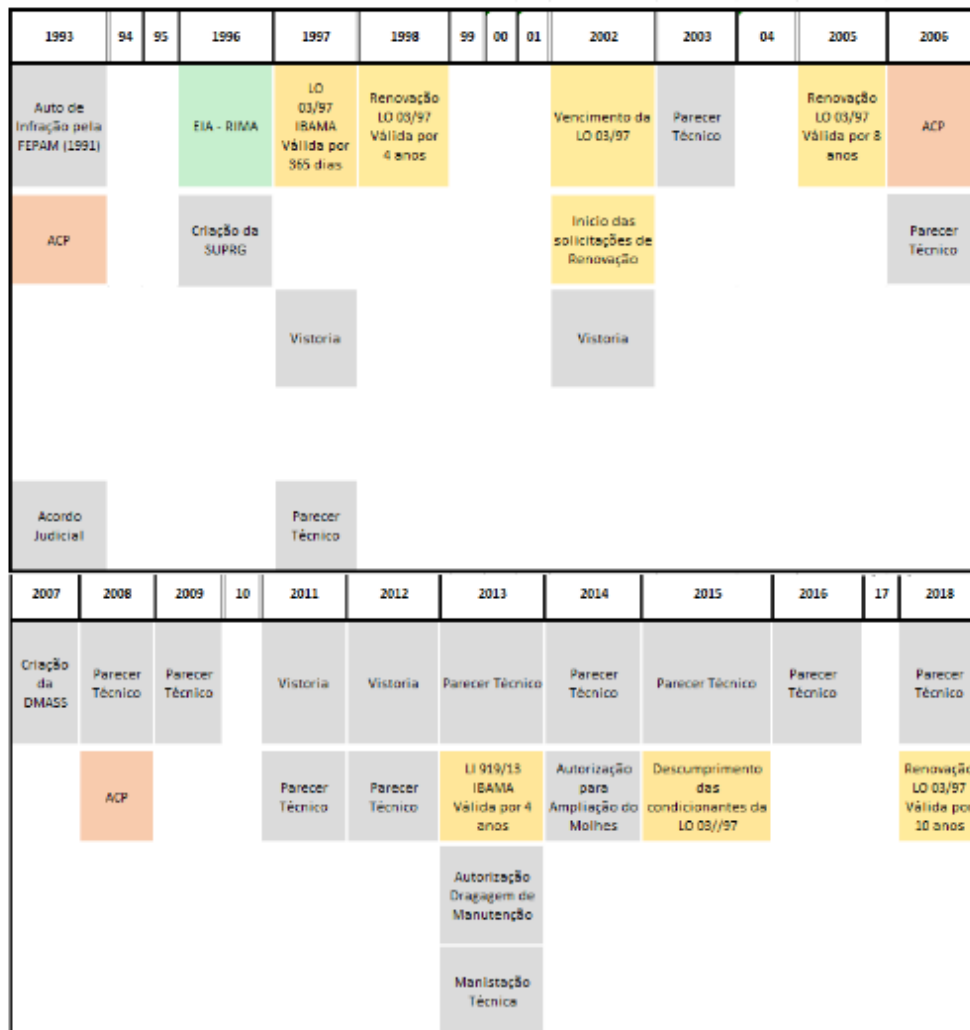
Nesta temática, o principal norteador no âmbito dos procedimentos de gestão ambiental diz respeito ao atendimento das condicionantes das Licenças e ao consequente cumprimento da legislação existente (KOEHLER & ASMUS, 2010). As Condicionantes, conforme o artigo 1º, inciso II, da aludida Resolução, são definidas como cláusulas da licença ambiental pela qual o órgão licenciador “estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor, pessoa física ou jurídica” (BRASIL, 1997).

Dessa forma, as condicionantes do Porto de Rio Grande, devem ser devidamente cumpridas para o gerenciamento dos impactos ambientais decorrentes da instalação e operação do Sistema Portuário de Rio Grande, objeto do licenciamento. Em contrapartida, se houver a violação ou inadequação das condicionantes, a consequência será a suspensão ou cancelamento da licença concedida, conforme afirma a Resolução CONAMA nº 237/97, em seu art. 19, inciso I.

Neste contexto, o Porto do Rio Grande é uma referência no atendimento das prerrogativas ambientais, além de ser o primeiro porto brasileiro a obter uma Licença de Operação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) em 1992, e a realizar o

Estudo e o Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA), mais recentemente, foi o primeiro a implantar um Programa de Educação Ambiental (ProEA) (SUPRG, 2012).

A linha histórica de acontecimentos que precederam a atual Licença de Operação (LO nº 03/97) podem ser visualizadas na Figura abaixo:



LEGENDA	
	Ação Civil Pública
	Licenças Ambientais
	Estudo e Relatório de Impacto Ambiental
	Outros documentos importantes

Figura 2: Linha do tempo do processo histórico do licenciamento ambiental para o Porto Organizado do Rio Grande.

Fonte: Autoria Própria, 2021

Nos anos subsequentes à criação da Licença de Operação – LO 03/97 emitida pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA), foram emitidos anualmente pareceres técnicos para solicitar a Renovação da Licença de Operação, a análise do atendimento das condicionantes, além da apresentação de propostas para realizar novas condicionantes. Contudo, um dos entraves associados ao licenciamento ambiental está no cumprimento das condicionantes. Isso porque elas são muitas e complexas (no Porto de Rio Grande são 49 condicionantes) e, na maioria dos casos, não há termo de referência para a maioria dos Planos e Programas requeridos pelos técnicos do IBAMA (LOURENÇO, 2008).

O objetivo do monitoramento das condicionantes, é proporcionar o controle permanente da qualidade ambiental, a partir do momento em que se inicia a implantação de um empreendimento. Este instrumento permite maior segurança e agilidade na tomada de decisão, subsidiando uma avaliação que determina as correções necessárias ao processo de implantação e operação de uma ação ou atividade modificadora do ambiente (IBAMA, 1995).

No marco das respostas a poluição ambiental é realizado o Programa de Monitoramento da Qualidade da Água, relativo aos aspectos ambientais do Porto de Rio Grande e seu entorno, com o objetivo de se ajustar às normas vigentes, e prevenir, evitar ou mitigar os impactos ambientais sobre os recursos naturais e a população de sua área de influência.

Levantamento da Condicionante 2.2 Programa de Monitoramento da Qualidade da Água

Cabe a Diretoria de Qualidade, Saúde, Meio Ambiente e Segurança (DQSMS), integrante da Superintendência do Porto de Rio Grande (SUPRG), *garantir a* gestão da Licença de Operação do Porto Público (LO 03/1997), com intuito de desenvolver ações de gestão ambiental e monitoramento contínuo. Nesse sentido o corpo técnico da DQSMS é formado por profissionais multidisciplinares e interdisciplinares, especializados no meio físico, biótico, socioambiental e educativo para garantir a qualidade ambiental do Porto Público de Rio Grande.

Os procedimentos da Condicionante 2.2 Programa de Monitoramento da Qualidade da Água tem como objetivo elucidar o estado qualitativo das águas no âmbito das áreas de influência direta do Porto de Rio Grande, por meio de pontos amostrais que possam indicar o comprometimento, ou a manutenção de suas características físico-químicas em relação às normativas pertinentes. A execução dos procedimentos executados para a gestão do monitoramento da qualidade da água envolvem: a coleta, a análise físico-química e os ensaios ecotoxicológicos de diferentes pontos amostrais na área do Porto Organizado de Rio Grande.

Neste contexto, a DQSMS deve realizar o monitoramento da Condicionante 2.2, e analisar parâmetros hidroquímicos e hidrofísicos, para fazer uma estimativa da qualidade da água, utilizando como base os Parâmetros Inorgânicos, Orgânicos, entre outros, listados na Tabela abaixo:

Tabela 1: Padrões para Água Salobra Classe 1.

Tabela 1 - Padrões para água salobra classe 1 referente a RC nº357/05.	
Parâmetros inorgânicos	Valor de Referência
Arsênio total	0,01 mg/L As
Cadmio Total	0,005 mg/L Cd
Chumbo Total	0,01 mg/L Pb
Cobre dissolvido	0,005 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Fósforo total	0,124 mg/L P
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercurio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	0,40 mg/L N
Nitrito	0,07 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L N
Zinco total	0,09 mg/L Zn
Parâmetros Orgânicos	Valor de Referência
Aldrin + dieldrin	0,0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,004 µg/L
DDT (p,p'DDT+ p,p'DDE + p,p'DDD)	0,001 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Lindano	0,004 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,03 µg/L
Tolueno	215 µg/L
Tributilestanho - TBT	0,010 µg/L
Demais parâmetros	Valor de Referência
COT	Até 3mg/L
OD	Não inferior a 5 mg/L O ₂
Ph	6,5-8,5
Óleos e graxas	Virtualmente ausentes
Coliformes termotolerantes	

Fonte: Plano Básico Ambiental (PBA) do Porto de Rio Grande, 2020

Todos os parâmetros citados são caracterizados conforme as diretrizes gerais definidas na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº357/2005, que estabelece a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos d'água. A respeito das diretrizes ambientais a Agência Nacional de Águas (ANA) reitera:

O enquadramento dos corpos d'água refere-se à meta ou objetivo de qualidade da água a ser atingido ou mantido de

acordo com os usos preponderantes ou permitidos. As águas doces, salobras e salinas são classificadas em função do uso em treze classes diferentes, que preveem desde usos mais restritivos, voltados ao abastecimento humano e proteção dos ambientes aquáticos, até classes menos proibitivas cujo uso é direcionado à navegação e harmonia paisagística (ANA, 2019).

Como os teores máximos de impurezas permitidos na água são estabelecidos em função dos seus usos, esses teores constituem os padrões de qualidade da água, e tem como objetivo garantir que a água a ser utilizada para um determinado fim não contenha impurezas que possa prejudicar o receptor.

Na área de estudo, a região utilizada o deslocamento de navios do Porto de Rio Grande, o baixo estuário da Lagoa dos Patos, é constituído por Águas Salobras, enquadradas na Classe A: preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas, Classe B: proteção das comunidades aquáticas, criação natural e /ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana, entre outros, e Classe C: recreação de contato primário e secundário e a navegação, e por Águas Doces, enquadradas na Classe Especial: abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção e a preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas, Classe 1: recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e frutas, entre outros e a Classe 2: abastecimento doméstico, após tratamento convencional, proteção das comunidades aquáticas entre outros.

Com o objetivo de atender essas premissas o Relatório a Qualidade dos Sedimentos e da Qualidade da Água/ 2019, realizado pela DQSMS, apresenta a abrangência espacial do monitoramento da qualidade de água. Esse Relatório é composto por uma malha amostral de 43 pontos amostrais cobrindo as regiões dos canais (externos e internos), berços de atracação e área de despejo oceânico e visa atender os padrões de qualidade das águas segundo a Resolução CONAMA 357/2005.

O monitoramento do Porto de Rio Grande abrange as áreas que são essenciais para visualizar as contribuições da drenagem urbana e de outras atividades industriais sobre a qualidade das águas. Por exemplo, o programa já demonstrou resultados que apontam como alguns locais próximos ao Saco da Mangueira, laguna dos Patos, estações próximas a Ilha dos Marinheiros e Saco do Mendanha, pertencentes ao município de Rio Grande, são afetados principalmente por fatores associados à precariedade da rede de saneamento urbano, o aprofundamento deste tema se encontra no tópico Representatividade da Condicionante 2.2 Programa de Monitoramento da Qualidade da Água.

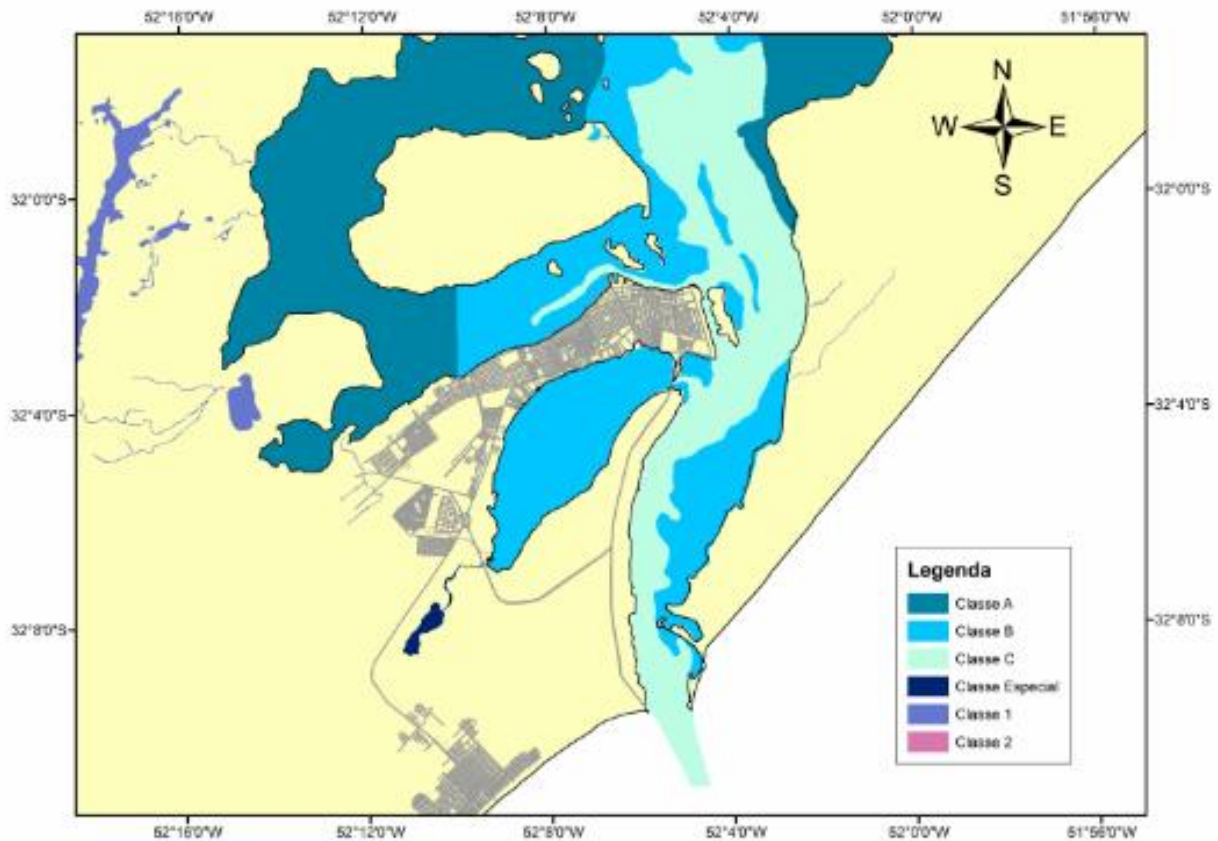


Figura 2: Enquadramento das águas do baixo Estuário da Lagoa dos Patos.

Fonte: Portaria da FEPAM nº 07/1995.

Na Figura 3 é possível observar a malha amostral da demarcação dos pontos utilizados para a coleta d'água pela DQSMS, situados na desembocadura da Lagoa dos Patos.

Os procedimentos para realizar as coletas de água, são desenvolvidos em dois níveis da coluna d'água, na superfície da coluna d'água e no fundo, com o auxílio de uma garrafa de fluxo contínuo tipo *Niskin*. A garrafa *Niskin* é constituída de um cilindro plástico (PVC), com capacidade variável (1,6 a 30 litros) e com uma tampa em cada extremidade, conectadas e tencionadas por um elástico de silicone, e tem espaço para adicionar um termômetro externo de inversão. Para seu funcionamento deve ser armada com as extremidades abertas e baixadas até a profundidade desejada. Quando essa profundidade é alcançada deve ser colocado um mensageiro (peso) que desliza pelo cabo, e impacta o liberador que fecha as suas extremidades, armazenando a água da profundidade do local de coleta.

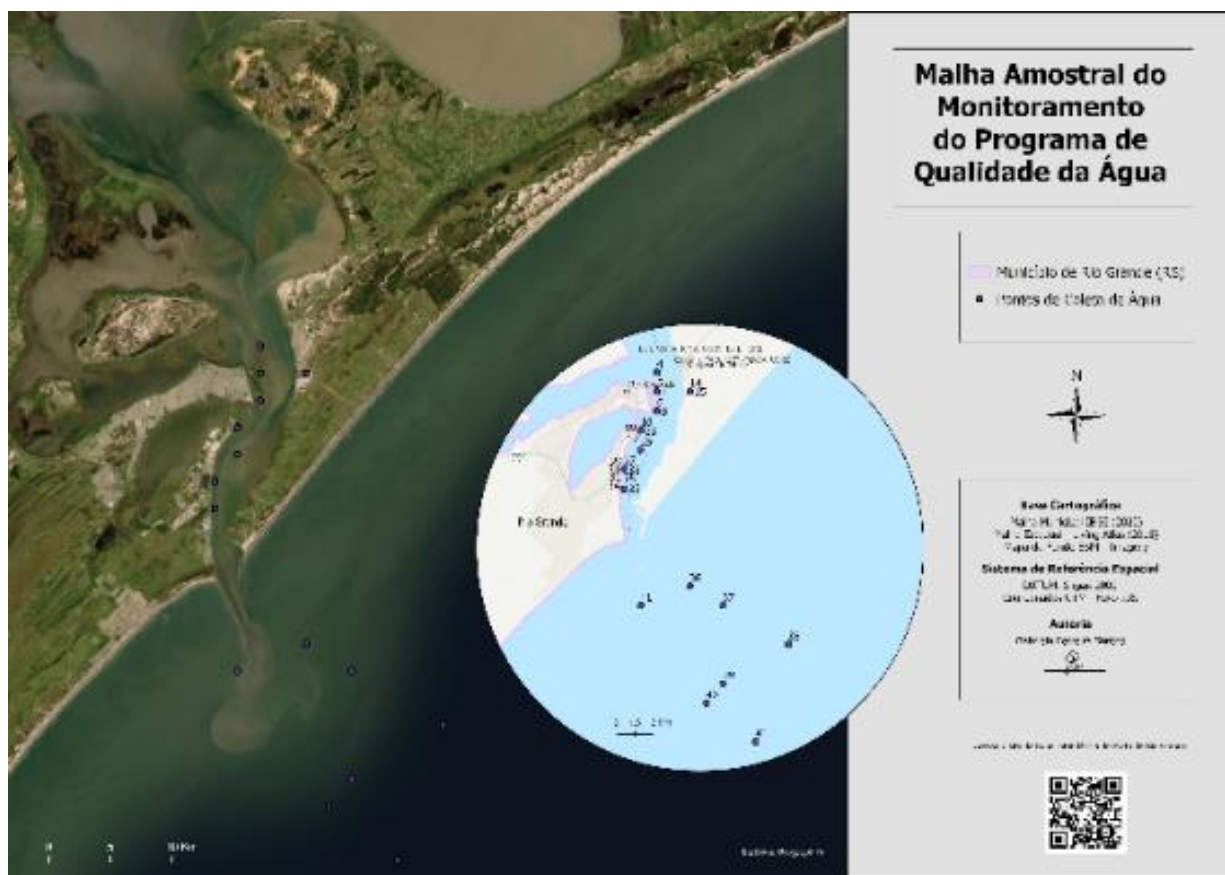


Figura 3: Malha amostral para monitoramento da Água realizado pelo Porto de Rio Grande.

Fonte: Autoria Própria, 2021

Após as coletas, as amostras são devidamente acondicionadas e transportadas para o laboratório da empresa expertise para a realização da análise da qualidade de água por meio da utilização dos parâmetros hidroquímicos e hidrofísicos mencionados.

Este monitoramento desenvolvido pelo Porto de Rio Grande é executado com periodicidade bimestral, após as coletas, as análises físicas e químicas das amostras são realizadas em um laboratório detentor da Acreditação emitida pelo Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO). E posteriormente os resultados são compilados e analisados pela DQSMS/SUPRG, e apresentados no relatório anual para o órgão de fiscalização ambiental, o IBAMA.

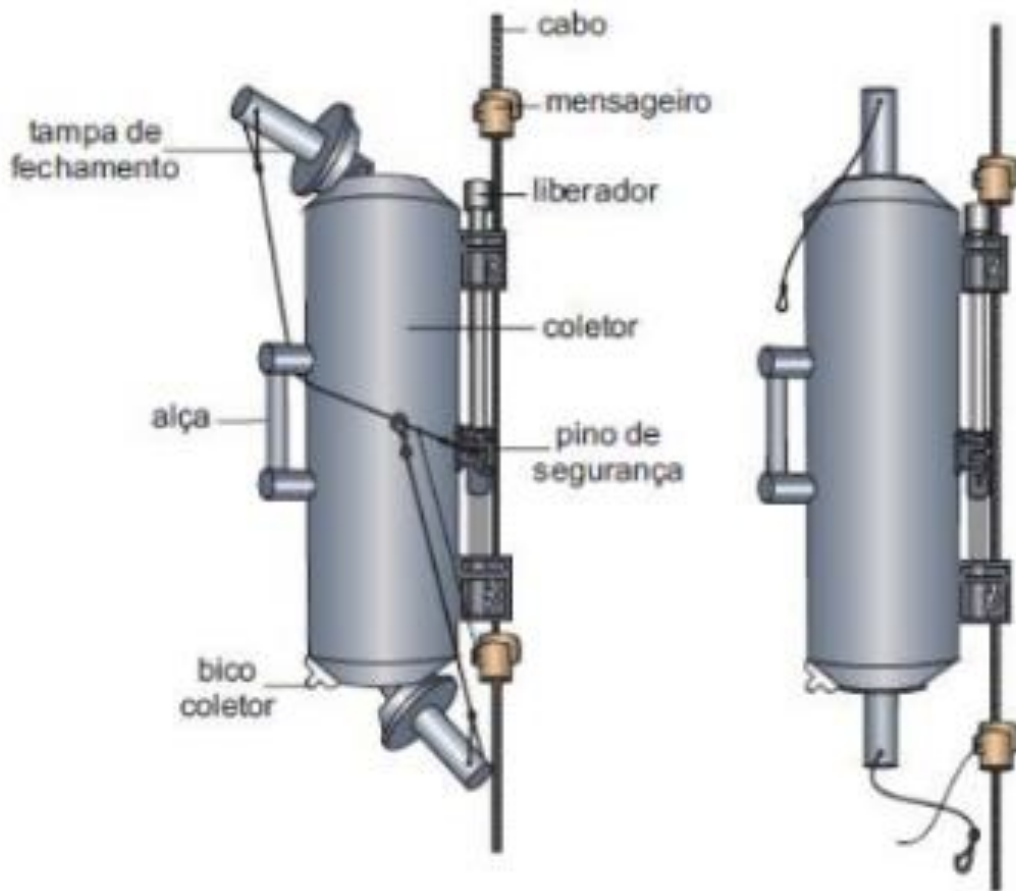


Figura 4 – Detalhes de uma garrafa de Niskin aberta e suas partes e fechada.

Fonte: Calazans et al (2011)

Portanto, como os registros do Relatório da Qualidade dos Sedimentos e da Qualidade da Água/ 2019 informam, a condicionante 2.2 Programa de Monitoramento da Qualidade da Água, está sendo atendida por parte do Porto Público de Rio Grande, conforme as exigências da legislação vigente, contudo existe uma enorme defasagem dos dados a nível municipal, que será demonstrada adiante, o que compromete o processo de licenciamento ambiental, e por outro lado aumenta a importância e a necessidade do Monitoramento Ambiental realizado pelo Porto Público de Rio Grande.

Representatividade da Condicionante 2.2 Programa de Monitoramento da Qualidade da Água

A condicionante 2.2 Programa de Monitoramento da Qualidade da Água tem como objetivo elucidar o estado qualitativo das águas no âmbito das áreas de influência direta do Porto de Rio

Grande. Neste contexto, a Condicionante 2.2 apresentou resultados expressivos, conforme elucida o esquema abaixo, que apresenta os passos efetuados para avaliar se é representativa ou não.

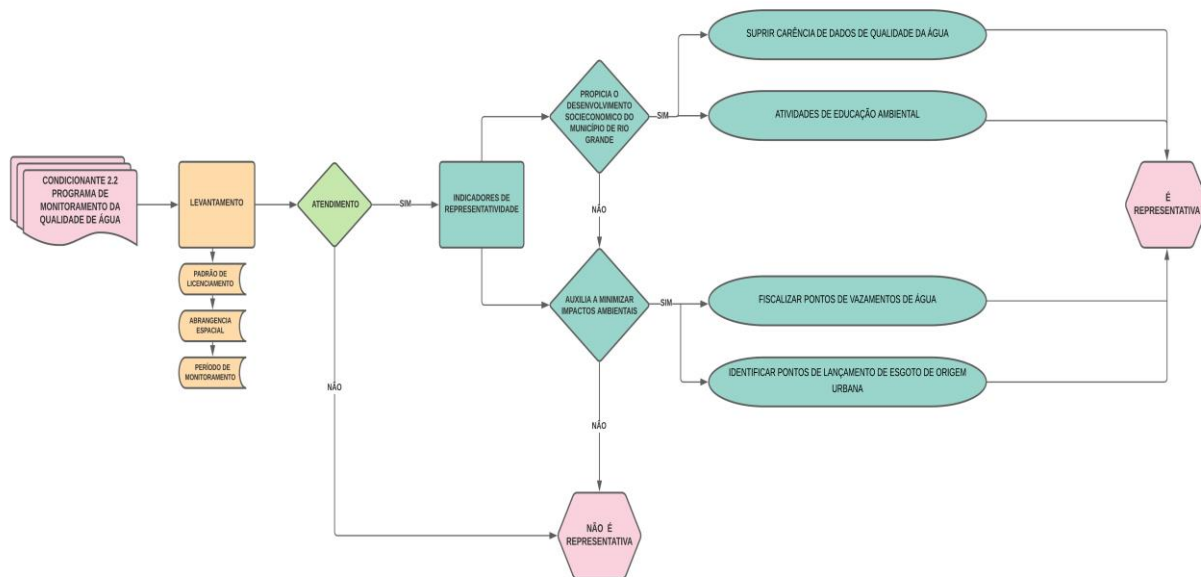


Figura 5: Esquema da análise da representatividade da Condicionante 2.2 Programa de Monitoramento da Qualidade de Água do Porto de Rio Grande.

Fonte: Autoria própria, 2021

Diante disto, o primeiro indicador do esquema da análise da representatividade, questiona se Programa de Monitoramento da Qualidade de Água do Porto de Rio Grande, auxilia o desenvolvimento socioeconômico do Município de Rio Grande e o segundo se minimiza os impactos ambientais.

Conforme demonstram as séries de dados ambientais produzidos para a região estuarina do Porto do Rio Grande pela *DQSMS*, o compilado dos dados têm um enorme potencial de serem usadas como indicadores de gestão, processos e qualidade ambiental. Além de atender aos padrões legais, esses dados podem fornecer base para a modificação de regulamentações e para definir novas estratégias de monitoramento.

No âmbito do licenciamento ambiental, Sanchez afirma que o levantamento destas informações é conhecido como gestão do conhecimento, e é uma ferramenta necessária para o desenvolvimento do processo de diálogo entre empreendedor e sociedade. Portanto o manejo permanente da qualidade ambiental do Porto de Rio Grande, somente se concretizará com o procedimento de avaliação dos dados obtidos, por meio da comparação dos resultados com os

critérios estabelecidos previamente no Estudo de Impacto Ambiental e o levantamento das mudanças decorridas devido ao empreendedor, nesse caso o sistema portuário de Rio Grande. Apesar do conteúdo de dados gerados pelo licenciamento do Porto de Rio Grande, não foi observado o aproveitamento destas informações no âmbito da rede de monitoramento da FEPAM, ou mesmo, das instituições municipais.

Cabe aqui destacar que a nível municipal, observa-se até então que o serviço de monitoramento de qualidade da água era feito de forma descontínua, sobretudo pela rede de monitoramento básica da Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), que deveria atuar em cooperação com a Agência Nacional de Águas (ANA). Dessa forma, o acompanhamento do monitoramento do Município de Rio Grande é comprometido pela falta de dados estruturados e atualizados, uma vez que os últimos dados sistematizados disponíveis são de 2015.

O monitoramento da rede básica municipal deveria ter por objetivo monitorar a qualidade da água dos recursos hídricos superficiais segundo seus usos múltiplos, se diferenciando, portanto, das redes dirigidas ao monitoramento de empreendimentos e das redes eventuais, operadas durante períodos restritos, ou instadas para monitorar, por exemplo, incidentes envolvendo poluição aguda.

Cumprir destacar que, o processo de licenciamento do Porto de Rio Grande criou uma plataforma de informações geoespacializadas em seu sítio eletrônico, o Sistema Integrado de Gestão e Monitoramento Ambiental (SIGMA), no entanto, esta plataforma não foi mantida. Tal iniciativa seria um passo importante para disponibilização dos dados, e para uma possível integração com as redes de monitoramento da FEPAM, facilitando a aquisição dos dados e podem elucidar de forma dinâmica e representativa o estado da qualidade das águas.

Portanto a Condicionante 2.2 é eficiente ao suprir a carência de dados de qualidade da água, o que pode auxiliar a gerenciar recursos hídricos da região, e se esses dados forem integrados em um sistema de informações, podem fornecer subsídios para a intervenção, por intermédio de medidas de prevenção e controle, a fim de atenuar impactos ambientais no Município de Rio Grande.

E ainda, esse conjunto de dados pode auxiliar a demonstrar as externalidades geradas a partir das deliberações de cada setor responsável por efetivar a condicionante em questão. As externalidades são efeitos transversais de bens ou serviços sobre outros indivíduos que não estão diretamente envolvidas com a atividade, conseqüentemente podem gerar efeitos positivos ou negativos para a sociedade (MOURA, 2003). Como por exemplo, o Porto de Rio Grande, em conjunto com a Universidade Federal do Rio Grande realiza atividades de educação ambiental para minimizar o desperdício de água (SUPRG, 2019). Um dos principais desafios da sociedade no Século XXI, diz respeito a iminente necessidade da preservação dos recursos hídricos em qualidade e quantidade,

em um cenário de aumento populacional e de baixa sustentabilidade dos processos produtivos e do consumo.

[...] Essas previsões de crescimento populacional e estimativas vinculadas a produção, conservação e distribuição de alimentos consideram que se a população mundial atingir 10 bilhões de habitantes nos próximos 50 anos, teremos 70% dos habitantes do planeta enfrentando deficiências no suprimento de água, repercutindo em cerca de 1,06 bilhões de pessoas que não terão água sequer para alimentação básica (SILVA, 2009, p.1).

É inegável a importância da água para a ocorrência da vida, além dela ser indispensável às necessidades fisiológicas, está estreitamente atrelada ao conceito de desenvolvimento econômico, por ser matéria prima para diversos setores econômicos. Segundo Luna (2007), todas as atividades econômicas precisam da água para se desenvolver, fazendo com que esse recurso deixe de ser visto como um bem natural e passe à condição de mercadoria, ficando sujeita à disponibilidade ou escassez. Embora essa ação seja um fator fundamental para o desenvolvimento da economia, percebe-se que a maneira como está sendo direcionada afeta diretamente a vida da população, pois em algumas regiões esse recurso pode chegar a escassez total, influenciando na qualidade de vida das pessoas, não deixando de mencionar os efeitos negativos no próprio meio ambiente, que afetando a vida de animais e plantas. Dentre os principais problemas e processos que podem causar a crise de escassez de água, Tundisi (2008) destaca alguma delas, como a crescente urbanização que aumenta a demanda de água para abastecimento e consumo; problemas climáticos, como por exemplo, grandes períodos de chuva intensa ou seca; aumento das fontes de contaminação; infraestrutura falha na rede de distribuição de água, ocasionando perdas. Em seguida, Tundisi (2008) explica que esses problemas estão relacionados à qualidade e quantidade da água, ocasionando assim interferências na saúde humana e saúde pública, com deterioração da qualidade de vida e do desenvolvimento econômico e social. Diante destes problemas, a principal ação a ser tomada é repensar o gerenciamento dos recursos hídricos, afim de otimizar sua aplicação, que ela seja de forma sustentável, promovendo meios de reutilização e aproveitamento total das fontes alternativas de recursos hídricos.

Um ponto de destaque nesse sentido, são subsídios às ações de fiscalização que o Porto executa por meio do programa de monitoramento da qualidade da água, como por exemplo, ao fiscalizar pontos de vazamento de água, um recurso ínfimo de valor inestimável, dessa forma, o Porto contribui com a manutenção e conservação das redes de água para o abastecimento da população do Município de Rio Grande.

Além disso, o Programa de Monitoramento da Qualidade da Água indiretamente auxilia a identificar pontos de lançamentos de esgotos de origem urbana, que causam a contaminação das águas com coliformes fecais e totais e a poluição por efluentes industriais. Como por exemplo, mostra a pesquisa “Porto do Rio Grande (Estuário da Lagoa dos Patos - RS): identificação e caracterização dos locais de lançamento de efluentes líquidos nas margens.” que recebeu o Prêmio ANTAQ 2017 de Sustentabilidade Aquaviária, uma iniciativa dos gestores do Porto de Rio Grande para viabilizar e incentivar a pesquisa da Universidade Federal de Rio Grande (FURG) , dispõe:

Dos 37 locais onde foram identificados efluentes contaminados, em 17 locais (45,9%) a água junto ao deságue estava contaminada, sendo 7 no Porto Velho, 8 locais no Porto Novo e em 22 no Superporto, principalmente na Vila Santa Tereza. Essa contaminação da água receptora dos efluentes ocorreu em locais com águas de baixa profundidade e fraca hidrodinâmica, como as que margeiam as vilas implantadas nas áreas portuárias. Estas condições diminuem a capacidade de autodepuração dos efluentes lançados, acumulando o efluente e tornando o impacto antrópico maior. Mas o problema se agrava porque são exatamente estas águas as mais usadas pela população, que sofre com essa contaminação, principalmente os moradores que vivem da pesca. Isso gera um sério problema de saneamento básico para a comunidade local. Há necessidade de uma maior fiscalização na construção das casas e exigência de fossas adequadas e maior rigor na liberação da licença de habitação, o que poderia amenizar este problema.

[...] A partir da identificação qualitativa dos níveis de contaminação dos efluentes lançados na margem do Porto do Rio Grande e daqueles que impactam a água receptora, é necessário que os 37 efluentes contaminados sejam submetidos a programas de avaliações químicas quantitativas de suas composições e de seus níveis de conformidade com as legislações referentes a lançamentos de efluentes. (Porto do Rio Grande (Estuário da Lagoa dos Patos - RS): identificação e caracterização dos locais de lançamento de efluentes líquidos nas margens, 2017)

Portanto a pesquisa busca identificar os pontos de esgotos clandestinos e caracterizá-los tecnicamente. A entrega desse diagnóstico para o IBAMA pela direção do Porto de Rio Grande resultou no Parecer nº 2719/2016-76 COPAH (IBAMA, 2016). Conforme o Parecer citado: "O relatório recomenda que os efluentes sejam averiguados e fiscalizados pelos órgãos ambientais competentes, de forma a estabelecer as responsabilidades quanto as irregularidades apontadas. Considerando que a qualidade da água é matéria ambiental de competência local ou estadual, sugerimos oficialar a FEPAM e a Prefeitura do Rio Grande quanto aos resultados obtidos, solicitando providências".

Tendo em mente que não há outro órgão ambiental que realize o monitoramento na esfera do Município de Rio Grande, além do Porto de Rio Grande, e apesar das coletas serem pontuais e realizadas somente no entorno portuário, ainda sim, os resultados do monitoramento são

significativos para a gestão dos recursos hídricos, porque eles propiciam maior segurança e agilidade na tomada de decisão por proporcionar o conhecimento do impacto socioeconômico e ambiental que a condicionante irá gerar.

Portanto, a condicionante 2.1 é tida como representativa por viabilizar um crescimento do desenvolvimento socioeconômico do Município de Rio Grande, e auxiliar a minimizar possíveis impactos ambientais, provenientes da atividade portuária, no âmbito da condicionante em questão.

Comentários finais

Portanto, observa-se a representatividade da Condicionante 2.2 Programa de Monitoramento de Qualidade da Água, por meio dos indicadores de representatividade socioeconômico, ao garantir o monitoramento da água, um recurso que é matéria prima essencial para diversos meios de produção industrial, ao promover atividades de educação ambiental para a população do Município de Rio Grande e conscientizando-os quanto a importância de preservar a água.

E na esfera ambiental, a eficiência do corpo técnico da DQSMS, ao suprir a carência de dados de qualidade da água, pode auxiliar a gerenciar os demais recursos hídricos da região, e ainda, se esses dados forem integrados em um sistema de informações, podem fornecer subsídios para a intervenção, por intermédio de medidas de prevenção e controle, a fim de atenuar impactos ambientais no Município de Rio Grande. Outrossim, o monitoramento da qualidade da água, auxilia a fiscalizar pontos de vazamento de água e a identificar e caracterizar pontos de lançamentos de esgotos de origem urbana, que causam a contaminação das águas.

Portanto, a análise de representatividade do monitoramento do Programa de Qualidade da Água, demonstrou que há indicadores socioeconômicos e ambientais que subsidiam a efetividade da Condicionante em questão. Diante disso, os produtos da análise de representatividade mostram que o monitoramento da qualidade da água, propicia maior segurança e agilidade na tomada de decisão pelo conhecimento do impacto socioeconômico e ambiental que a condicionante irá gerar, permite visualizar as externalidades geradas a partir das deliberações de cada setor responsável por efetivar a condicionante e auxilia na identificação de possíveis deficiências e em suas correções, buscando proporcionar uma maior eficiência para o Porto de Rio Grande, e conseqüentemente reflete no desenvolvimento socioeconômico e ambiental do Município de Rio Grande.

Pelo exposto, as informações oriundas da Condicionante 2.2 Programa de Monitoramento de Qualidade da Água podem ser representativas o suficiente para se constituírem um marco qualitativo na questão da qualidade das águas.

Agradecimentos

A Autora gostaria de agradecer a Procuradoria da República de Rio Grande, a Superintendência do Porto de Rio Grande e a Universidade Federal de Rio Grande pelo apoio recebido.

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS (ANTAQ). 2006. Manual de Licenciamento Ambiental de Portos. Disponível em <http://www.antaq.gov.br/portal/PDF/MeioAmbiente/ManualLicenciamentoAmbientaPortos.pdf>. Acesso em Setembro de 2020.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 de dez. 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>>. Acesso em: Outubro de 2020

BRITO, R. P. 2020. Proposição de indicadores para a avaliação de equidade ambiental das comunidades pesqueiras no licenciamento da atividade portuária no litoral do Paraná. / Rafael Pereira de Brito. - Curitiba. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento.

CARVALHO, I. R., 2017. Avaliação e Caracterização do Licenciamento Ambiental do Porto do Rio Grande: Subsídios para uma Gestão Ambiental Integrada. Rio Grande, RS, Brasil.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). 1997. ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA). Resolução CONAMA nº237, dezembro de 1997 – EIA/RIMA.

FIGUEIREDO, L.T.; NICOLODI J.L. 2020. The development of a model for the assessment of good practices of Integrated Coastal Management as the base for the management. Revista Costas, 2(2): 9-30. doi: 10.26359/costas.0702.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). 1995. Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e/ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/APP). Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/cadastrros/ctf/ctf-app>>. Acesso em: Setembro de 2020.

KOEHLER, P. H. W.; ASMUS, M. L. 2010. Gestão ambiental integrada em Portos Organizados: uma análise baseada no caso do Porto de Rio Grande, RS – Brasil. Revista da Gestão Costeira Integrada 10(2):53-67.

LOURENÇO, A. V. 2008. O Licenciamento Ambiental como instrumento das políticas de Gerenciamento Costeiro: Estudo de caso no Porto do Rio Grande, RS – Brasil. Monografia. Rio Grande: FURG.

LOURENÇO A. V. 2012. Diretrizes para um Plano de Gestão Ambiental Portuário Contextualizado nos Estágios do Ciclo do GCI. Estudo de Caso no Porto do Rio Grande. Dissertação. Rio Grande, RS.

LOURENÇO, A.V. & ASMUS, M. L. 2015. Gestão Ambiental Portuária: Fragilidades, desafios e potencialidades no Porto do Rio Grande, RS, Brasil. Revista de Gestão Costeira Integrada, 15(2):223-235p.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL (MPF). 2019. Avaliação do atendimento das condicionantes da Licença de Operação. Parecer Técnico nº 68/2019- COMAR/CGMAC/DILIC – SEI/IBAMA -- LO nº 03/1997. Rio Grande, RS.

SÁNCHEZ, L. H. 2013. Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos. Editora São Paulo: Oficina de Textos.

SUPERINTENDÊNCIA DO PORTO DO RIO GRANDE (SUPRG). 2019. Relatório Anual de Gestão Ambiental do Porto do Rio Grande. Relatório Técnico Anual, 168pp.

SUPERINTENDÊNCIA DO PORTO RIO GRANDE (SUPRG). 2017. Licença de Operação nº 03/1997 – 3º Renovação. Publicado no Diário Oficial da União, art. 23, parágrafo único, inciso V do Decreto nº 8.973, de 24 de janeiro de 2017, que aprovou a Estrutura Regimental do IBAMA.

SUPERINTENDÊNCIA DO PORTO DO RIO GRANDE (SUPRG). 2020. Plano de Zoneamento das Áreas do Porto Organizado de Rio Grande. Rio Grande.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. 2007. Cartilha De Licenciamento Ambiental. Brasília: TCU, Secretaria de Fiscalização de Obras e Patrimônio da União.

A PARTICIPAÇÃO POPULAR COMO FORMULADORA DE POLÍTICAS PÚBLICAS RELACIONADAS À SEGURANÇA HÍDRICA: O CASO DA POLÍTICA MUNICIPAL DE SEGURANÇA HÍDRICA DE SÃO PAULO.

| ID 19378 |

1 Luís Gustavo de Almeida Branco, 2 Fernanda Donegá Martins

1Universidade Federal do ABC, e-mail: gusbrancodm1@gmail.com; 2Universidade Federal do ABC, e-mail: fernanda.donega@aluno.ufabc.edu.br

Palavras-chave: Segurança hídrica; São Paulo; Participação popular.

Resumo

A água possui papel essencial na manutenção da vida dos seres. Por conta disso, desenvolveu-se formas de gerir esse bem que se torna cada vez mais escasso na sociedade atual dado o avanço da emergência climática e a má gestão dos recursos naturais. Sendo assim, por conta da escassez da água, esse recurso ganha valor de troca e se insere na vida das pessoas através de uma lógica submetida ao mercado, o que gera desigualdades quanto ao acesso. Nesse cenário, o presente artigo busca entender a participação da sociedade civil na gestão da água e suas dificuldades encontradas. Apresenta também como estudo de caso a criação da Política Municipal de Segurança Hídrica por conta do movimento iniciado pela Sociedade Civil como mobilização à notória crise hídrica vivenciada pelo Estado de São Paulo em 2015. Desta forma, analisando o histórico da participação popular na gestão da água no Brasil e a inserção da lógica mercadológica neste serviço, assim como a política pública dos recursos hídricos no município de São Paulo, entende-se que a gestão das águas não possui uma abordagem territorial, fazendo com que nem todos os importantes atores sejam incorporados nesse ciclo.

Introdução

No dia 28 de Julho de 2010, a Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas reconheceu o acesso à água como um direito humano. Por meio da resolução nº 64/292 ficou estabelecido que a água limpa e segura, assim como o saneamento básico, são um direito humano essencial para gozar plenamente da vida e de outros direitos humanos (ONU, 2010). Dessa forma, os países signatários

dos pactos internacionais estariam incumbidos de atender ao compromisso de assegurar o acesso íntegro e satisfatório, considerando a quantidade e a qualidade da água disponibilizada, para a população em vista de usos pessoais e domésticos.

Tal determinação assume fundamental importância uma vez que evidencia a centralidade dos recursos hídricos para a satisfação das necessidades vitais dos seres humanos e denuncia a perpetuação dos estigmas da desigualdade social atrelados à privação do acesso à água. Desta forma, esse bem enquanto recurso produtivo (JACOBI et al., 2015), é a base para entender que a ausência desse componente no cotidiano dos cidadãos constitui uma violenta limitação do desenvolvimento individual e da dignidade humana, uma vez que restringe as possibilidades de liberdade dos indivíduos. Assumindo essa perspectiva, o Comitê da Assembleia Geral das Nações Unidas compreende, para além da necessidade de criação de políticas públicas voltadas para o acesso universal ao saneamento, que estas incidam de forma prioritária sobre os grupos mais vulneráveis, visto que os piores serviços são mais facilmente remediados, resultando na diminuição da desproporção de acesso ao saneamento.

Uma última instância, que não recebe tanto destaque na redação da resolução 64/292, mas que conduzirá aos propósitos de discussão do presente ensaio, é colocada como a necessidade de capacitação, e posterior participação, das comunidades mais vulneráveis no processo de tomada de decisões que tangenciam a temática relacionada ao saneamento básico. O controle social como ato administrativo de gestão dos recursos hídricos deve ser garantido à sociedade por meio do acesso à informação e à participação no processo de formulação de políticas em prol de advogar em defesa dos interesses dos grupos que não são contemplados pelas redes de infraestrutura (BAPTISTA, 2017).

No contexto brasileiro, a garantia do processo de deliberação coletiva com a participação da sociedade civil está prevista no antigo Marco Legal do Saneamento Básico (Lei 11.445/2007) que estabelece a designação das diretrizes nacionais para a operacionalização, implementação e gestão dos serviços abarcados pela concepção de saneamento. Ainda assim, não se pode dizer que o arcabouço legal estivesse em consonância com a realidade social; realizando um recorte da temática para a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), podemos dizer que as pautas de gestão integrada e participação social estabelecidas só representaram uma necessidade latente com a fragilidade da conjuntura decorrente da crise hídrica ocorrida em 2013.

Muitos são os fatores que culminaram nesse cenário catastrófico, dentre os quais é importante enfatizar os desequilíbrios climáticos, agravados pela interferência antrópica no meio ambiente, que desestabilizaram o sistema de abastecimento público em função da redução da pluviosidade e a resposta da equipe de gestão dos recursos hídricos frente às evidências de possível colapso dos

reservatórios. Baptista (2017) e Jacobi et al. (2015) acusam a ocorrência de uma profunda desgovernança da administração do Estado diante do ocorrido, tanto pela negação da situação, como pela omissão da gravidade da crise, abstendo-se da retratação para com a comunidade.

Tais circunstâncias desencadearam uma crescente reação de descontentamento popular que culminaram na organização da sociedade civil em prol de reivindicar a democratização dos espaços de negociações e participação social no processo de gestão dos recursos hídricos. A repercussão dos movimentos sociais contribuiu para a construção e veiculação de informativos que possibilitaram o empoderamento da sociedade em relação ao conhecimento da situação, fazendo com que a população reivindicasse a responsabilidade da agência como parte da solução. O presente trabalho visa retomar o processo de luta e estruturação dos movimentos sociais que culminou na elaboração da Lei 17.104/2019 que institui a Política Municipal de Segurança Hídrica e Gestão das Águas do Município de São Paulo, analisando potencialidades e limitações do processo de participação popular.

Discussão

Cerceamento da participação popular

Para compreender a problemática referente ao processo de gestão dos recursos hídricos, é necessário conjugá-la à dimensão territorial consubstanciada nas políticas de planejamento do território, as quais reproduzem intenções implícitas de favorecimento de determinados grupos em detrimento de outros. Isso acaba gerando a imposição de um projeto excludente de construção do espaço vivido, que por sua vez reflete a atribuição de valores individuais desiguais decorrente do espaço onde cada pessoa se encontra, o que exerce grande influência na incorporação desses indivíduos nos processos de participação democrática.

Esses aspectos segregacionistas não ocorrem somente no que diz respeito à configuração espacial de afastamento da população de baixa renda para as margens das cidades (MONBEIG, 2004), mas também através da criação de uma mentalidade que concebe um “outro” apartado do ideário de cidadão, conceito que configura o resultado de um longo histórico de debates democráticos nacionais e está intrinsecamente atrelado à incorporação de direitos fundamentais.

A grande questão quando falamos então sobre uma territorialidade da cidadania, é analisá-la sob a ótica de que a concretização desses direitos é mediada por condições políticas e sociais fortemente enviesadas pelos interesses de uma elite que pugna pelo estabelecimento de uma sociedade alicerçada em valores meritocráticos, ignorando a estrutura de desigualdades que antecedeu a dinâmica da globalização (SANTOS, 2007). Dessa forma, há uma despersonalização das

periferias e dos indivíduos que ocupam esses espaços, considerados cidadãos imperfeitos, cuja ausência de direitos básicos, como o acesso ao saneamento, seria uma expressão da primazia da oferta de serviços que estariam disponíveis para o consumo desses indivíduos.

Esse “consumidor-mais-que-perfeito” conceitualizado por Milton Santos (2007) sofre uma desvinculação da incorporação dos seus direitos, sendo privado também da sua participação nos debates públicos, efeito que acaba sendo reforçado pela ausência de condições institucionais que propiciem a inclusão desses indivíduos nos espaços de tomadas de decisão, contribuindo para a perpetuação dos estigmas da desigualdade social. É evidente que o reconhecimento dos indivíduos enquanto cidadãos deve ser potencializado enfatizando a afirmação dos sujeitos, como proposto por Ribeiro (2013), retomando as determinações jurídicas de garantia dos direitos individuais que concebem a idealização do que a autora vai chamar de “sujeitos corporificados”, ou seja, sujeitos com direitos reconhecidos em lei.

Isso só ocorre, segundo Santos e Avritzer (2002), com a incorporação de novos atores que visam estabelecer novos parâmetros de representação social assim como reivindicar seus direitos por meio de políticas participativas. Os movimentos comunitários, como aqueles em defesa da água, surgem, então, como uma tentativa de reivindicar seu direito de participação das decisões locais permitindo a ocorrência de um processo de controle social que reconhece a existência de diversas narrativas de vivências e permite uma abertura para a inclusão de outras perspectivas que contribuam para soluções plurais.

Histórico do processo de articulação da sociedade civil

A participação popular na gestão das águas no Brasil é recente, dado que, no passado, por conta da abundância de água no território brasileiro, como apresenta Jacobi et al. (2015), a luta pelo direito ao acesso à água se confundia com a luta pela terra e por recursos minerais, sendo que, como ainda apresenta o autor, em 1891 através da primeira Carta Republicana, foi-se instituído que as minas de água pertenciam ao solo, e conseqüentemente, ao proprietário da terra.

Posteriormente, com a industrialização, os recursos hídricos passaram a ser utilizados como fonte de geração de energia hidrelétrica, por conta disso, em 1934 através do chamado Código das Águas, regulamentou-se a outorga do uso da água para as tais indústrias geradoras de energia elétrica. Da mesma forma, instituiu-se que o acesso à água deveria ser garantido a todos como um direito (JACOBI et al., 2015).

Nesse sentido, com esse início da regulamentação do uso da água, o Estado ficou marcado como agente central nessa gestão, mas, na década de 1960, com a percepção da degradação dos corpos

hídricos, urge-se uma visão da necessidade da gestão mais regionalizada da água, como apresenta Jacobi et al. (2015).

Dessa forma, após a abertura política a partir de 1978, iniciou-se um processo de discussão sobre a democratização da gestão das águas, onde a participação social se fazia presente, muito por conta da Conferência de Estocolmo de 1972 e da busca pela descentralização administrativa causada pelo fim da ditadura militar brasileira (JACOBI, 2004). Já nos anos 1980, com o aumento da industrialização e da degradação ambiental, iniciaram-se manifestações da sociedade civil em busca da recuperação dos mananciais e da criação de um sistema que possibilitasse a participação dos diversos usuários na governança das águas, assim como de um sistema nacional de recursos hídricos (JACOBI et al., 2015).

Com isso, destaca-se que desde os anos 1970 iniciativas possibilitaram a participação social na gestão de políticas públicas, como o caso dos conselhos, porém, somente em 1997, com a promulgação da Lei das Águas, foi se instituída a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (JACOBI et al., 2015). Com isso, o país passou a possuir uma gestão mais descentralizada e integrada através dos Comitês e Consórcios de Bacias Hidrográficas, os quais possibilitam à sociedade civil participação direta na gestão das águas (JACOBI, 2004).

Com a nova abordagem da governança das águas baseada nos princípios de descentralização, participação, cobrança e usos múltiplos, propõe-se uma forma de política participativa e que possibilite aos diversos usuários dos recursos hídricos a participação nos processos decisórios (JACOBI et al., 2015). Da mesma forma, faz-se importante pontuar o Marco Regulatório do Saneamento de 2007 como importante marco na gestão das águas do Brasil, dado que, como pontua Britto (2020), ele apresenta a formulação de um Plano Nacional e a obrigatoriedade da elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico, os quais devem inserir a sociedade civil em sua elaboração.

Porém, se faz necessário questionar a estruturação dessa chamada participação social na história da formulação da governança das águas brasileira, dado que, muitas das vezes, a participação social não se concretiza nesses ambientes que são paritários, como o caso dos Comitês de Bacia, deslegitimando assim o processo decisório neste âmbito (JACOBI et al., 2015), da mesma forma que deve-se questionar quem faz parte da chamada sociedade civil, posto que entidades que estão mais ligadas à lógica mercantilista da água possuem cadeira nessa esfera.

Sendo assim, entende-se que ao analisar o histórico dos processos de participação social na gestão das águas no Brasil, a ausência de projetos que possibilitem à sociedade civil um conhecimento sobre a importância dessa participação, faz com que esses espaços que deveriam ser

de representação passem a ser “espaços convidados” (MIRAFTAB, 2004) em que a sociedade civil está presente mas sem real importância nos processos decisórios. Nesse mesmo sentido, questiona-se a recente diminuição da participação do Estado na governança das águas no Brasil com o Novo Marco Regulatório do Saneamento e como isso impacta a participação social, ponto este que será abordado nas próximas seções.

Potencialidades e Limitações do processo de participação popular

Considerando a perspectiva através do histórico de demanda de participação no processo de governança dos recursos hídricos e todas as alterações reivindicadas que foram executadas no Plano Municipal de Saneamento Básico de São Paulo, pode-se dizer que o processo de participação da comunidade civil organizada ocorreu e gerou mudanças efetivas nos aspectos jurídicos garantidos na Lei 17.104/2019 a qual explicita no seu artigo 2º os principais desígnios dos movimentos sociais: a segurança hídrica e garantia de participação e controle social.

Art. 2º Caberá ao Município promover a integração e o alinhamento das políticas e demais ações, com objetivo de garantir segurança hídrica no seu território.

§ 1º Entende-se por segurança hídrica, no âmbito do interesse local, a garantia à população ao acesso a quantidades adequadas de água de qualidade aceitável, por meio da integração de políticas de saneamento, meio ambiente, gestão de recursos hídricos, saúde, uso do solo, defesa civil, transparência e controle social.

§ 2º Na esfera municipal, a promoção da segurança hídrica deverá observar, pelo menos, as seguintes ações governamentais integradas e, quando couber, de forma compartilhada com outras instâncias de governo [...] (SÃO PAULO, 2019 - Grifos próprios).

Nesse sentido, se faz necessária a ampliação das práticas de governança, sendo que, como apresenta Frey (2007), a ampliação do debate sobre a governança se dá por conta da retração do Estado causada pelo avanço das políticas neoliberais. Dentro dessa perspectiva de análise, o setor público através da prática da chamada “boa governança” (conceito criado pelo Banco Mundial), a qual retrata, como apresentam Jepson et al. (2017), a descentralização, a transparência e a participação, seria capaz de prover direção e controle tanto da sociedade quanto da economia, em conjunto ou não com atores privados (PETERS, 2012).

Tendo em vista que a luta pela cidadania, e neste caso pelo direito à participação democrática, base da prática da boa governança, não se esgota na concreção de uma lei e deve ser requerida num exercício cotidiano, há a necessidade de considerar a experiência para além desse aspecto. No que compete à análise do plano Municipal de saneamento básico de São Paulo, a constatação da

participação democrática e controle social na implementação e operação dos serviços de saneamento é levantada em diversos momentos como um componente chave para a operacionalização de diferentes situações, as quais são enumeradas seguindo um padrão de profunda ausência do seu detalhamento.

A estrutura dos arranjos que compreendem a inclusão da sociedade civil apresentam grande foco na participação indireta da população por meio da criação de sistemas de informação e de programas de qualificação e conscientização acerca do saneamento, o que de fato é essencial, mas não se traduz em uma arquitetura institucional capaz de levar o conhecimento de experiências vividas dos indivíduos nas considerações dos aspectos práticos dos programas de atuação e na elaboração de políticas (POGGIESE, 2004). Quanto à formação da Comissão de Segurança Hídrica e essa disparidade na sua composição, um terço dos membros são compostos por representantes da sociedade civil.

Em entrevista realizada pelos autores com membro do Instituto Água e Saneamento e consultor da Comissão de Segurança Hídrica do Município de São Paulo foi possível compreender que os principais avanços por parte da elaboração de políticas públicas voltadas para combater a falta de água ocorreram por meio do levantamento de informações decorrentes do processo de monitoramento do déficit hídrico realizado, em sua maioria, por instituições educacionais.

Essas informações contribuem não somente como subsídio para as discussões entre as diversas secretarias que compõem a comissão, mas também são utilizadas enquanto ferramenta de coação dos atos de planejamento e execução de projetos, como foi o caso da implementação de caixas d'água em áreas com grave constatação de insegurança hídrica e instalação de pias comunitárias nas periferias do município, o que não somente tinha o intuito de garantir o acesso à água em regiões com abastecimento intermitente, mas trazia em seu âmago a concepção deste recurso enquanto direito humano de forma que o projeto também foi capaz de atingir pessoas que estão marginalizadas das próprias alternativas de avaliação e monitoramento da segurança hídrica.

É importante enfatizar que a constatação geral acerca da participação social no que tange a população afetada pela ausência das condições básicas de abastecimento e saneamento podem ser consideradas a partir de dois pontos principais: i) ainda que o conhecimento produzido pelas academias estejam sumarizados e disponibilizados no site da prefeitura, há pouca consciência por parte da população sobre a Comissão de Segurança Hídrica, além do fato de que a construção da informação não ocorre de forma que esta seja acessível para a compreensão em âmbito geral e ii) a recente elaboração da estrutura jurídica coincidiu com a atual conjuntura da pandemia mundial, aprofundando os gaps que inviabilizavam essa participação de forma que a ausência da população civil dos espaços de tomada de decisão deve ser compreendido também como decorrente da falta de

acesso à aparelhos eletrônicos e à internet, aprofundando os debates sobre direitos básicos e direito à participação para outras escalas de desigualdade.

Consequências do novo marco regulatório do Saneamento Básico na participação social

Concomitante à elaboração da lei Estadual, 17.104/2019, podemos compreender os entraves relacionados à promulgação da lei Federal 14.026/2020 que prevê o novo marco regulatório do saneamento básico trazendo novas considerações e algumas alterações no dispositivo anterior, a lei 11.445/2007. Dentre as diversas ponderações acerca dessa questão duas são colocadas em posição privilegiada de discussão.

A questão da Regionalização aparece como um aspecto preocupante na medida que a lei induz ao agrupamento compulsório de municípios para a prestação integrada dos serviços de saneamento, sendo que aqueles que não participarem deste conjunto não poderão receber recursos do orçamento federal (BRASIL, 2020). Embora a redação alegue que essa medida foi prevista pensando na possibilidade de se incluir municípios que não teriam condições, ou interesse por parte das empresas, em realizar os serviços de saneamento - de forma que essa associação com municípios de grande influência faria com que as mesmas fossem beneficiadas com o ganho de escala através dos subsídios cruzados - não se leva em consideração as especificidades locais nos critérios de agrupamento, o que por vezes pode resultar na subestimação da urgência de se considerar alternativas para a resolução do déficit de abastecimento.

Em outra medida, o novo marco proíbe que a concessão de serviços de saneamento ocorra sem licitações, ou seja, a partir da vigência dessa nova redação, os municípios devem realizar editais para a delegação da prestação dos serviços, na qual o antigo prestador público passa a concorrer com empresas privadas devendo apresentar propostas de investimentos e metas de universalização de acesso ao saneamento básico para a população até 2033. Essa modificação, no entanto, abre caminho para as empresas privadas ampliarem sua atuação nessa área, o que não somente corrobora com a concepção da criação de um “consumidor mais-mais-que-perfeito” (SANTOS, 2007), priorizando a oferta de serviços que se sobrepõem à garantia dos direitos fundamentais, mas que inviabiliza completamente a participação e controle social.

O processo de elaboração da Política Municipal de Segurança Hídrica e Gestão das Águas do Município de São Paulo

Para se falar sobre o processo e a importante criação da Política Municipal de Segurança Hídrica no município de São Paulo, marco para as questões relativas ao acesso à água, faz-se necessário apresentar a crise hídrica vivenciada pela região à época e a estrutura local. No período

de 2013-2015, a cidade de São Paulo vivenciou uma crise hídrica sem precedentes, ao passo que os noticiários apresentavam a situação crítica em que se encontravam os reservatórios de abastecimento da grande metrópole, os quais já haviam atingido o chamado “volume morto” (JACOBI et al., 2015). Nesse cenário de falta de água em diversas regiões da capital paulista, o governador de São Paulo, juntamente com os responsáveis pela SABESP asseguravam à população que os cidadãos não ficariam sem o acesso à água (EMPINOTTI et al., 2018), mesmo isto já sendo uma realidade local.

Na caótica situação em que se encontrava a maior cidade brasileira, o olhar para as causas da grave crise hídrica se posicionava nas anomalias meteorológicas causadas pelas mudanças climáticas (EMPINOTTI et al., 2018), porém, ao olhar em caráter histórico a má gestão dos recursos hídricos e o acesso precário da população para tal bem nota-se que isso causou a exacerbação da seca (COHEN, 2016). Da mesma forma, a SABESP, por ser uma Companhia Estadual de economia mista, opera na lógica mercantilista, a qual transforma a água em uma mercadoria.

Nesse sentido, como apresenta Boaventura de Sousa Santos (2020), conforme o neoliberalismo foi se impondo na lógica da gestão de políticas, “o mundo tem vivido em permanente estado de crise”. Ao passo que, quando a crise se torna permanente, ela se transforma na “causa que explica todo o resto”, sendo que, como ainda apresenta o autor, o objetivo dessa crise permanente é não ser resolvida.

Portanto, nessa lógica mercadológica que surge pós 1970, no contexto do avanço do neoliberalismo (HARVEY, 2008), tal pensamento vem ganhando centralidade para o processo de desenvolvimento e de gestão dos recursos hídricos, sendo assim

“[...] a água, além de se constituir como um meio de produção e um elemento que dá suporte ao desenvolvimento das forças produtivas, protegendo a saúde do trabalhador e permitindo a implantação da infraestrutura sanitária das cidades, passa a ser dotada de valor de troca [...]” (BORJA, 2014, p. 434).

Assim sendo, como apresenta ainda Patrícia Borja (2014), derivam-se duas noções práticas da água frente ao cenário apresentado, sendo a primeira a lógica da água como um

“[...] direito social, integrante de políticas sociais promotora de justiça socioambiental, cabendo ao Estado a sua promoção; o outro projeto, de cunho neoliberal, o saneamento básico (o qual inclui o abastecimento) é uma ação de infraestrutura ou um serviço, submetido a mecanismos de mercado, quando não se constitui na própria mercadoria [...]” (BORJA, 2014, p. 434).

Nesse sentido, com a prática por parte da SABESP da redução da vazão e da pressão da água no sistema de abastecimento (COHEN, 2006) e no cenário acima tratado sobre a água como uma mercadoria, a falta de água atingiu majoritariamente as regiões periféricas que já sofriam com a impossibilidade do acesso à água, fazendo assim com que as taxas de insegurança hídrica aumentassem entre os mais pobres, os quais tiveram que buscar novas formas para o acesso à água, as quais muitas das vezes não possibilitam a qualidade (EMPINOTTI et al., 2018).

É nesse cenário que surge em 2014 a “Aliança pela Água” no município de São Paulo, uma articulação da sociedade civil criada para o enfrentamento da crise hídrica e para a construção do que a Instituição chama de uma “nova cultura de cuidado com a água no Brasil”. Através dos princípios de que a “água não é uma mercadoria”, de que “todos os níveis de governo têm responsabilidade” e de que “as soluções propostas devem incluir a recuperação e recomposição das fontes de água existentes”, a Aliança lançou em 2015 um Manual de Sobrevivência para a Crise com o objetivo de fornecer informações para a população sobre como reagir a situações de falta de água.

Através da mobilização social realizada pela Aliança pela Água no município de São Paulo, o tema que até então era subutilizado nas discussões acerca da administração pública ganha cada vez mais espaço. Com isso, nas eleições municipais de 2016, criou-se a campanha “Vote pela Água”, a qual articulava com candidatos à prefeitura e às cadeiras do legislativo municipal a importância do tema da segurança hídrica na pauta da gestão municipal.

Nesse sentido, após as eleições municipais, em 2018 se inicia através da articulação de alguns partidos as discussões acerca da necessidade de uma Política em escala local que abarcasse o tema da segurança hídrica, dada a grave crise vivenciada pelo município. Por conta disso, em 30 de maio de 2019 é instituída a Política Municipal de Segurança Hídrica e Gestão das Águas no município de São Paulo, com base no Projeto de Lei nº 575/16. Assim como, seguindo a determinação do Artigo 3º da presente lei, em junho de 2019 é criada a Comissão de Segurança Hídrica, a qual passa a ser responsável “por elaborar propostas ao executivo municipal para a implantação da Política Municipal de Segurança Hídrica e Gestão das Águas na cidade e desenvolver relatório sobre a segurança hídrica” (SÃO PAULO, 2019).

Art. 3º - Caberá ao Município, no prazo máximo de até 120 (cento e vinte) dias, contados da aprovação desta lei, instituir instância competente para implantar a Política Municipal de Segurança Hídrica e Gestão das Águas (SÃO PAULO, 2019).

Desta forma, entende-se que a dinâmica que se deu através da articulação da sociedade civil na Aliança pela Água foi essencial para a formulação de tal Política, assim como pela elevação do tema

da segurança hídrica ao patamar de uma política pública no município de São Paulo. Seguindo esse histórico, é possível entender que, como apresenta Levi-Faur (2012), no sentido de que a governança pode ser entendida como um conceito importante para os estudos acerca da política, da economia e do território, assim como para o entendimento das dinâmicas e alterações das democracias capitalistas, o papel da articulação da sociedade civil no caso da segurança hídrica em São Paulo pode ser qualificada como uma prática de governança “além do Estado”, em que a sociedade se insere nessa formulação.

Sendo assim, a instituição da Comissão de Segurança Hídrica é vista como uma forma de abranger a participação social nas decisões acerca do tema, mesmo que a composição seja de seis representantes do Poder Executivo e de mais três representantes da Sociedade Civil.

Porém, é possível compreender que mesmo que o tema tenha ganhado espaço na política local, ainda não se possui autonomia em sua gestão, dado que ele não possui secretaria própria e se vincula a outros departamentos na hierarquia municipal, como a Secretaria Municipal de Urbanismo e de Licenciamento. No mesmo sentido, a população ainda não possui conhecimento sobre o tema e nem sobre a importância da segurança hídrica nas práticas cotidianas, o que acarreta em uma separação entre a agenda pública e às ações vistas como necessárias pela Comissão, dado que não existe diálogo direto com o executivo, conforme apresentado por um entrevistado vinculado ao tema na cidade de São Paulo. Mas a Comissão vem buscando em sua gestão atual se aproximar da prática da governança colaborativa com a sociedade civil e com Organizações Não Governamentais, nesse sentido destaca-se a publicação dos boletins informativos que expõem os temas abordados pela Comissão.

Por fim, faz-se necessário problematizar o caráter de abordagem local da Política Municipal de Segurança Hídrica pois não leva em consideração a realidade e os conflitos existentes no que tange a governança da água na metrópole paulista, a qual possui estrutura de governança ambiental fragmentada e setorializada baseada nas bacias hidrográficas como norteadoras das tomadas de decisão (TRAVASSOS et al., 2019), mesmo que as regiões responsáveis pelo abastecimento da metrópole se encontrem além da sua divisa municipal e da sua bacia hidrográfica.

Frente a isso, é possível compreender o importante papel da articulação da sociedade civil para o combate à crise hídrica e em benefício à levar informação às populações que se encontravam em situação de insegurança hídrica entre os anos de 2013-2015. Assim como essa articulação possibilitou a formação de uma política pública municipal que visa a garantia da segurança hídrica no âmbito local, mesmo com as dificuldades encontradas na escala em que se aborda o tema, ainda assim a institucionalização de tal política pode ser considerada um marco brasileiro quanto à segurança hídrica.

Considerações Finais

Sabe-se que a prática da “boa governança da água”, a qual inclui a descentralização, a transparência e a participação social, não é fator que conduz necessariamente à segurança hídrica (EMPINOTTI et al, 2018), isso se conduzida através da concepção instrumental da segurança hídrica, em que as ações se baseiam somente em investimentos estruturais. Desta forma, dado que a governança da água se refere às estruturas, a execução e as dinâmicas do processo decisório acerca do tema, porém, da mesma forma que essa prática pode conduzir à segurança hídrica, ela também pode conduzir à insegurança da mesma (LOFTUS, 2015), ou ainda, ao aumento das desigualdades sociais e assimetrias de poder, ao passo que podem promover processos decisórios democráticos (EMPINOTTI et al, 2018).

Como apresentam Jepson et al. (2017) e Empinotti et al. (2018), a governança da água negligencia a natureza, a estrutura e a escala de um arranjo institucional mais amplo, sendo que se faz necessário também ter-se um olhar voltado para as relações entre a sociedade e a água, dado que a segurança hídrica vai além do investimento em infraestrutura. Tão importante quanto pensar a disponibilidade da água, se faz necessário também refletir sobre quem tem acesso a esse recurso (JACOBI et al., 2015) assim como quem está responsável pela sua gestão.

Portanto, entende-se que governança da água e segurança hídrica não possuem relação causal, mas, como pontua Cook e Bakker (2012), a emergência da segurança hídrica se faz necessário a fim de ir contra a visão tecnocrática da gestão das águas, sendo que, como apresentado por Empinotti et al. (2018), a segurança hídrica não deve ser entendida como um objetivo, mas sim como uma relação descritiva de como a sociedade acessa a água, em que a transformação das relações hidrossociais em benefício à segurança hídrica faz com que as pessoas e organizações que se relacionam com a água transitem de usuários para atores políticos.

Sendo assim, nota-se que a abordagem da Política Municipal de Segurança Hídrica de São Paulo proporciona que os cidadãos se coloquem como atores políticos no tema, porém ela ainda se restringe à escala local, mesmo a problemática do abastecimento na cidade indo além das divisas territoriais. Desta forma, a concepção da gestão localizada não possibilita a inclusão de todos os diversos atores que se relacionam ao tema mas que se encontram externos a esses espaços físicos.

Agradecimentos

Este trabalho é parte das atividades do projeto temático, em andamento, “Governança ambiental na Macrometrópole Paulista, face à variabilidade climática”, processo no 15/03804-9, financiado pela

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e vinculado ao Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais.

Referências Bibliográficas

- BAPTISTA, A. C. S.; 2017. A governança da água na região metropolitana de São Paulo: percepções e propostas dos gestores e militantes da água em um contexto de crise hídrica. 2017. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.
- BORJA, P. C.; 2014. Política pública de saneamento básico: uma análise da recente experiência brasileira. *Saúde e Sociedade*, v. 23, n. 2, pp. 432-447.
- BRASIL. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007.
- BRASIL. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020.
- BRITTO, A. L.; 2020. Mudanças nas gestões dos serviços de saneamento básico: Discutindo os caminhos propostos e as perspectivas de atendimento universal com água e esgotamento sanitário. *Vozes Para o Saneamento Básico*, Rio de Janeiro, pp. 21-31.
- COHEN, D. A.; 2016. The rationed city: the politics of water, housing, and land use in drought-parched São Paulo. *Publ. Cult*, v. 28, n. 2, pp. 261-289.
- COOK, C.; BAKKER, K.; 2012. Water security: debating an emerging paradigm. *Global Environmental Change*, v. 22, pp. 94-102.
- COSTA, J.; 2013. Direito humano à água. *Convivência com o Seminário Brasileiro: Autonomia e protagonismo social*. Editora AIBS, Brasília-DF, Brasil.
- EMPINOTTI, V. L.; BUDDS, J.; AVERSA, M.; 2018. Governance and water security: The role of the water institutional framework in the 2013-15 water crisis in São Paulo, Brazil. *Geoforum*, v. 98, pp. 46-54.
- FREY, K.; 2007. Governança Urbana e Participação Pública. *RAC-Eletrônica*, v. 1, n. 1, pp. 136-150.
- HARVEY, D.; 2008. *Neoliberalismo – História e implicações*. São Paulo: Edições Loyola.
- JACOBI, P. R.; 2004. A gestão participativa de bacias hidrográficas no Brasil e os desafios do fortalecimento de espaços públicos colegiados. In: COELHO, V.; NOBRE, M. (orgs.) *Participação e Deliberação*. São Paulo: Editora 34, pp. 270-289.
- JACOBI, P. R.; CIBIM, J.; LEO, R.; 2015. Crise hídrica na Macrometrópole Paulista e respostas da sociedade civil. *Estud. av.*, São Paulo, v. 29, n. 84, pp. 27-42.
- JACOBI, Pedro Roberto et al.; 2015. *Governança da Água no Brasil*. In: *Governança da água no contexto iberoamericana: inovação em processos*. São Paulo: GovAmb: ProcambUSP: Annablume Cidadania e Meio Ambiente.
- JEPSON, W. et al.; 2017. Advancing human capabilities for water security: A relational approach. *Water Security*, v. 1, pp. 46-52.
- LEVI-FAUR, D.; 2012. From “Big Government” to “Big Governance”? *Oxford Handbook of Governance*. New York: Oxford University Press.
- LOFTUS, A.; 2015. Water (in)security: securing the right to water. *The Geographical Journal*, v. 181, pp. 350-356.

MIRAFETAB, F.; 2004. Invited and Invented Spaces of Participation: Neoliberal Citizenship and Feminists' Expanded Notion of Politics. Wagadu.

MONBEIG, P.; 2004. O crescimento da cidade de São Paulo. In SZMRECSÁNYI, Tamás. (org). História Econômica da Cidade de São Paulo. São Paulo: Editora Globo.

PETERS, G.; 2012. Governance as Political Theory. In. Levi-Faur, The Oxford Handbook of Governance. Oxford: Oxford University Press, pp. 19-32.

POGGIESE, H.; 2004. Alianzas transversales, reconfiguración de la política y desarrollo urbano: escenarios del presente y del futuro. In: RIBEIRO, Ana Clara Torres (org.) El rostro urbano de América Latina. Buenos Aires: CLACSO.

RIBEIRO, A. C. T.; 2013. Sujeito corporificado e bioética: caminhos da democracia. In: Por uma sociologia do presente, v. 2. Rio de Janeiro: Letra Capital.

SANTOS, M.; 2007. O espaço do cidadão. São Paulo: Edusp.

SÃO PAULO. Lei Nº 17.104, de 30 de maio de 2019, institui a Política Municipal de Segurança Hídrica e Gestão das Águas. São Paulo, 2019.

SOUSA SANTOS, B.; 2020. A Cruel Pedagogia do Vírus. Portugal: Edições Almedina.

SOUSA SANTOS, B.; AVRITZER, L.; 2002. Democratizar a democracia: os caminhos da democracia participativa. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.

ONU. Direito Humano à Água e ao Saneamento: resolução da Assembleia Geral nº64/292. Nova Iorque : Assembleia Geral, A/RES/64/292, 28/07/2010.

TRAVASSOS, L. et al.; 2019. A Macrometrópole Paulista e os desafios para o planejamento e gestão territorial. In: TORRES, P.; JACOBI, P.; BARBI, F.; GONÇALVES, L.(Org.). Governança e Planejamento Ambiental: adaptação e políticas públicas na Macrometrópole Paulista. 1ed.São Paulo: Letra Capital.

GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL POR MEIO DO DIAGNÓSTICO DA CERTIFICAÇÃO LEED

| ID 19396 |

1Lucas Bianchi Madeira, 2 Maria Lucia Hiromi da Silva Okumura, 3 Natália Ueda Yamaguchi

1 Universidade Unicesumar, e-mail: lucasbianchi@hotmail.com; 2 Universidade Unicesumar, e-mail:

marialucia.okumura@outlook.com; 3 Universidade Unicesumar, e-mail:

natalia.yamaguchi@unicesumar.edu.br

Palavras-chave: *LEED*; Resíduo; Sustentabilidade.

Resumo

As construções sustentáveis vêm se tornando cada vez mais visadas e aclamadas, uma vez que há, atualmente, uma grande preocupação e respeito pelo meio ambiente e o setor de construção é considerado um grande gerador de impactos ambientais devido ao alto consumo de recursos naturais e geração de resíduos. Nesse contexto, a construção civil também deve ser adaptada para reduzir a poluição e diminuir o uso de recursos naturais. Por exemplo, a certificação ambiental visa construir edifícios sustentáveis, reduzindo assim os gastos com recursos e materiais e criando autonomia para edifícios. O sistema de certificação habitacional visa estimular o uso consciente dos recursos naturais, reduzir as obras de manutenção e diminuir o gasto mensal dos usuários, sendo aplicável a empreendimentos residenciais financiados pela Caixa Econômica Federal com a certificação voluntária. Porém, mesmo com a criação de algumas ferramentas de certificação nacionais, o sistema de avaliação desenvolvido nos Estados Unidos ainda é o principal modelo para a certificação nacional de edificações em grande escala no nosso país. A certificação *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) cobre uma variedade de modelos de construção, como novos edifícios, edifícios existentes, design de interiores comerciais, escolas, instalações de saúde, edifícios comerciais, elementos arquitetônicos e até mesmo a criação de bairros. O surgimento de normas e legislações específicas nas esferas regional e federal mostra que a indústria da construção civil passou a atentar para os requisitos legais relativos aos resíduos da construção civil de forma que busque a redução dos problemas enfrentados por esse segmento de atuação. Portanto, é necessário considerar uma maior atenção à gestão dos resíduos sólidos, principalmente os resíduos gerados na construção civil. O presente trabalho teve como objetivo comparar a destinação de resíduos na construção civil, ligando-a ao processo de certificação LEED. Para tanto, este trabalho

analisará uma obra que busca a certificação LEED *Platinum* e outra na qual não há busca da certificação. A metodologia deste artigo consiste na análise comparativa de dois empreendimentos, através de planilhas de acompanhamento de geração dos resíduos, elaboração de um *checklist* de análise dos canteiros de obras com 15 itens a serem analisados afim que obtenham notas em escala de 1 a 5 e, também, o destino final dos resíduos, buscando a percepção sobre os impactos e o ponto de vista com relação à sustentabilidade. Os resultados encontrados mostraram grande diferença na destinação e na reciclagem dos resíduos da construção civil nas duas obras. A obra sem certificação apresentou boas práticas na separação dos resíduos utilizando centrais de separação de resíduos e dutos de detritos por pavimento construído promovendo o controle na dispersão destes resíduos na obra e na destinação de alguns, sendo 100% reciclados, contudo, ainda segue o padrão tradicional de descarte em aterros para alguns itens, não há controle de erosão e sedimentação bem como não há central de descarte de resíduo ao lado de fora da obra. Estes dois últimos fatores foram encontrados na obra A, juntamente com outros fatores, levando assim ao cumprimento quase total dos itens com nota 5 no *checklist*. A obra A, a qual busca a certificação LEED, obteve nota máxima em 12 dos 15 itens do *checklist*, nos demais itens não foi possível obter nota máxima pois são atividades recém implementadas no canteiro e não puderam ser avaliadas como “sempre praticado”, mas são atividades praticadas de forma esporádica, tais atividades são controle de poeira nas caçambas de entulho, reaproveitamento de águas e o programa de conscientização, obtendo nota 4 a estes itens. Sendo assim, a obra A apresentou índice de 100% de resíduos gerados reciclados e a obra B apresentou um índice muito baixo em relação a todo o resíduo gerado na obra. Um ponto levantado foi que mesmo uma obra produzindo mais rejeitos do que outra ela ainda pode ser considerada sustentável, desde que sejam tomados cuidados com a geração, dispersão e destinação dele. Um fator de diferença entre uma obra certificada LEED e outra obra sem certificação é o quesito de destinação dos resíduos. Para pontuação máxima na certificação é preciso que todos os resíduos sejam reciclados e comprovados pelas empresas contratadas, que possuem licença ambiental vigente, que realizam a destinação desses rejeitos através de certificados individuais para cada tipo de resíduo. As certificações ambientais são um grande passo rumo ao futuro, elas difundem a conscientização da geração de resíduos e o conceito de construções verdes para o mercado, o que torna seu alcance e produção muito maior, tornando os selos verdes uma inovação no mercado imobiliário. Diante de tantas dificuldades encontradas para se construir de forma sustentável é possível observar na prática os benefícios que o selo verde traz para a sociedade e meio ambiente.

Introdução

Atualmente, um tema que vem recebendo cada vez mais atenção é a proteção ambiental. Nesse contexto, a construção civil também deve ser adaptada para reduzir a poluição e diminuir o uso de recursos naturais. Desta forma, novas técnicas e métodos construtivos têm surgido para melhorar as edificações e torna-las econômica e ambientalmente viáveis. Por exemplo, a certificação ambiental visa construir edifícios sustentáveis, reduzindo assim os gastos com recursos e materiais e criando autonomia para edifícios (RODRIGUES et al., 2019).

O Brasil está cada vez mais utilizando projetos sustentáveis, muitos dos quais buscam certificar suas edificações com o selo verde sustentável, por isso, em 2010, o Instituto Politécnico da Universidade de São Paulo e a universidade Federal de Santa Catarina e a Universidade Estadual de Campinas uniram forças e foi criado o Selo Casa Azul (JOHN; PRADO, 2010). O sistema de certificação habitacional visa estimular o uso consciente dos recursos naturais, reduzir as obras de manutenção e diminuir o gasto mensal dos usuários, sendo aplicável a empreendimentos residenciais financiados pela Caixa Econômica Federal com a certificação voluntária (GRUNBERG et al., 2014).

Porém, mesmo com a criação de algumas ferramentas de certificação nacional, o sistema de avaliação desenvolvido nos Estados Unidos ainda é o principal modelo para a certificação nacional de edificações em grande escala no nosso país (DUARTE et al., 2010).

Fundamentado nos Estados Unidos no ano de 1998, o selo *LEED* teve como objetivo promover a implementação de práticas de design e construção ambientalmente conscientes. O sistema foi desenvolvido pelo *United States Green Building Council* (USGBC) e financiado pelo Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (NIST) (PACHECO, T.C., 2011).

No Brasil, a certificação LEED é regulamentada por *Brazilian Green Building Council* (GBC), que foi criado em 2007 como uma organização não governamental para promover a capacitação de empresas para obtenção da certificação na área de construção sustentável (GBC BRASIL, 2007). A certificação LEED cobre uma variedade de modelos de construção, como novos edifícios, edifícios existentes, design de interiores comerciais, escolas, instalações de saúde, edifícios comerciais, elementos arquitetônicos e até mesmo a criação de bairros (LUCAS, 2011).

Segundo o GBCB, as pré-condições analisadas no selo são basicamente oito: localização e transporte, espaço sustentável, eficiência no uso de água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade ambiental interna, inovação e artesanato e, por fim, Crédito prioritário regional, que é uma medida de incentivo que pode priorizar o crédito de acordo com as características sociais, ambientais e econômicas de cada país (TOSATTI et al., 2020).

Dentre os pré-requisitos, ao final da construção, a partir do preenchimentos das preposições, são geradas pontuações para o projeto, graduadas de 40 a 49 pontos, denominadas obras Certificada; 50 a 59 pontos para obras de prata; 60 até 79 pontos são classificados como obra ouro; por fim os projetos com pontuação superior a 80 pontos será classificados como obra de platina, atentando-se ao fato de quanto maior a pontuação mesmo acima de 80 pontos, melhor classificado o empreendimento será (ALVIN, 2014).

A certificação LEED destaca o foco da indústria da construção, ou seja, a geração de resíduos. Nos materiais e recursos de pré-requisito, são analisados vários pontos da obra. Esses pontos permitem o uso de sinais de pontuação para reconhecer edifícios certificados e, em muitos casos, esses sinais de pontuação não podem ser usados em edifícios tradicionais, como: emprego de madeira e agregados com origem legalizada, geração e correta destinação de resíduos, emprego de materiais de baixo impacto, gestão de resíduos no canteiro e reuso de materiais (LEITE, 2011).

Estima-se que metade dos resíduos sólidos gerados pelo homem seja proveniente da construção civil, portanto, o sistema de gestão ambiental é muito importante para o alcance dos objetivos econômicos e ambientais da empresa (CAMPOS et al., 2015).

O surgimento de normas e legislações específicas nas esferas regional e federal mostra que a indústria da construção civil passou a atender para os requisitos legais relativos aos resíduos da construção civil (RCC) de forma que busque a redução dos problemas enfrentados por esse segmento de atuação (PACHECO, 2011).

No que diz respeito a quantidade de matéria enviada aos aterros provenientes dos resíduos da construção civil, a região sul do Brasil representa cerca de 43% da quantidade de resíduos da construção civil nacional (SNIS – BRASIL, 2015). Portanto, é necessário um pensamento mais focado no gerenciamento dos resíduos sólidos, em particular o resíduo da construção civil (PINTO et al., 2016). O objetivo geral deste trabalho é comparar a geração e a distribuição de resíduos entre a obra que usa métodos alternativos de certificação LEED e a obra que não busca o credenciamento.

Material e Métodos

Para verificar as mudanças e consequências da certificação LEED duas obras em Maringá-PR da mesma construtora e do mesmo grupo foram selecionadas, uma no setor comercial e outra no setor residencial, sendo que uma das edificações buscou a certificação LEED *Platinum* e a outra manteve o modelo de construção sem a certificação. Estas duas obras foram escolhidas pela facilidade de obtenção dos dados e previamente acordado com a construtora de que não seriam

divulgados os nomes das obras e da construtora, por isso no presente trabalho são tratados como obra A e obra B. Os dados sobre as obras estão apresentados a seguir:

Obra A

A obra designada “A” visa a obtenção do certificado LEED *Platinum* o edifício contempla a construção de um empreendimento comercial de aproximadamente 20.000 m² com 2 subsolos, primeiro andar e 7 andares, sendo um deles a cobertura. O edifício em estudo encontra-se em fase final de estruturação, com exceção da instalação de rede hidráulica, elétrica e de ar condicionado (AVAC), o recinto de alvenaria já foi iniciado. Portanto, os dados de resíduos serão comparados com a área total do edifício.

Obra B

O empreendimento designado “B” é um edifício residencial com área aproximada de 17.000 m². O edifício possui 2 subsolos, 19 andares padrão e 4 apartamentos, com área de 118 a 119 m², além da cobertura. A obra está em fase de finalização e inclui instalações elétricas e hidráulicas, instalação de forro de estuque no apartamento, tratamento da fachada oposta e início da fase de impermeabilização.

A avaliação das mudanças e consequências da certificação LEED foi verificada em relação à geração de resíduos em canteiro de obras, bem como a sua correta separação.

Os dados obtidos na geração e destinação de resíduos dos empreendimentos A e B apurados primeiramente por meio de um índice, para analisar o volume ou peso total dos resíduos (m³/m² ou kg/m²) da área construída. Além disso, o valor percentual de cada tipo de rejeito em relação à quantidade total produzida pela construção também foi exibido.

Após essa análise, além de encontrar boas práticas para redução de resíduo, também foi elaborado e aplicado um *checklist* comparativo de práticas adotadas no canteiro de obras, como o objetivo de direcionar as atividades realizadas para destinar corretamente esses resíduos. Cada atividade usa uma escala de classificação para gerar uma tabela estatística média de atividades.

Por fim, um diagnóstico sobre a destinação final de cada resíduo, desde a saída do canteiro, até seu último destino, deu-se pela análise de documentos que indicam como é realizado o descarte de materiais produzido em ambas as obras, desde as licenças ambientais, até a elaboração das fichas de Controle de Transporte e Resíduos (CTR), sendo analisados como ocorre o transporte e destino final desse material.

Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta os diferentes resíduos gerados pelas obras, de acordo com a denominação da construtora para os rejeitos gerados.

Conforme demonstrado na Tabela 1, em uma análise simples, nota-se que o maior volume de resíduos gerado na obra A são as caliças e entulhos, representando 2.305 m³, respondendo por aproximadamente 74% da produção total do material. No entanto, este valor deve-se principalmente aos distúrbios encontrados no terreno durante as fases de escavação e fundação. Além disso, a demolição da obra anteriormente contida no terreno também contribuiu para este índice. Mesmo assim, em comparação com a obra B, que produziu cerca de 7.780 m³ de calça e entulho, a quantidade de entulho produzida é três vezes menor do quando comparado com o projeto não certificado. O segundo maior resíduo gerado na obra A foi a madeira, quase 24% dos resíduos, seguido por 1,17% para metais no geral, 0,95% para plásticos e 0,53% para papelão e finalmente 0,005% para o vidro sendo o menor resíduo gerado em volume. Em comparação com a obra B, a produção de madeira foi ligeiramente maior na obra A, sendo que o isopor e o vidro também tiveram valores maiores na obra A. O metal é o resíduo que apresentou maior diferença entre as duas obras, sendo cerca de 55% do total de resíduos gerados pelo empreendimento B, sendo, aproximadamente, 300 vezes maior quando comparada com a obra A.

Tabela 1: Geração de resíduos nas obras A e B

Resíduo	Volume (m ³)		Volume total por área (m ³ /m ²)		Porcentagem reciclada (%)	
	Obra A	Obra B	Obra A	Obra B	Obra A	Obra B
Plásticos Geral	30	237	0,0015	0,0141	100	100
Papelão	17	147	0,0009	0,0087	100	100
Madeira	742	632	0,0382	0,0375	100	50
Metal Geral	37	10.907	0,0019	0,6480	100	0
Sólidos Contaminados	0	0	0,0000	0,0000	100	0
Gesso Acartonado	0	0	0,0000	0,0000	100	0
Isopor	4	0	0,0000	0,0000	100	0
Calça + Entulho	2.305	7.780	0,1188	0,4622	100	0
Produtos perigosos	2	19	0,0000	0,0012	100	0
Vidro	0,16	0	0,0000	0,0000	100	0

Considerando os resíduos em massa na edificação com certificação LEED, o maior produto gerado foi o papelão com 29,98% do total em kg. Esse alto valor, nesse empreendimento, deu-se pelo fato de que a estrutura compreende pilares circulares que exigem formas especiais e que, por serem colunas grandes, necessitavam de um material um pouco mais espesso para recebimento do concreto, que mesmo após a desforma apresentou uma massa considerável de rejeito.

Devido ao fato de algumas unidades de medida não serem iguais em ambas as obras, as comparações foram feitas de acordo com as respectivas unidades e para alguns casos, como isopor, produtos perigosos, plásticos e metal, converteu-se o valor de massa para m^3 através do peso específico, sendo o isopor ($10\text{kg}/m^3$), metal geral ($925\text{kg}/m^3$), plásticos ($70\text{kg}/m^3$) e os produtos perigosos ($925\text{kg}/m^3$). No caso do papelão e da madeira, por não terem pesos específicos precisos pelas especificações da obra, foram usados apenas os valores em m^3 para âmbito de comparação (PACHECO, 2011).

Comparando ambas as obras, a produção de resíduos na obra B foi maior, gerando um total de $19.722 m^3$, já a obra LEED gerou $3.136 m^3$, totalizando uma quantidade menor na produção de rejeitos. Observou-se também, que a obra com certificação LEED possui 100% de seus resíduos reciclados, enquanto a obra que não busca a certificação possui pouco mais de 3,5% dos resíduos gerados, reciclado.

Para análise das práticas adotadas no canteiro, foram selecionadas as principais atividades adotadas pelo LEED e por regulamentações ambientais ligadas ao plano de resíduos do município com relação a geração e destinação de resíduos e elaborado um *checklist* (Tabela 2) adotando uma escala de cumprimento da ação, variando de 1 a 5, sendo 1 “não praticado” e 5 “sempre praticado”, verificando dentre os 15 itens identificados, qual o nível de cumprimento das regulamentações exigidas a fim de se obter a certificação, ou não, totalizando uma pontuação geral máxima de 75 pontos. Conforme o *checklist* apresentado foi gerado um gráfico para análise dos resultados das atividades propostas apresentado na Figura 2 e Tabela 3.

Tabela 2: Checklist utilizado para comparativo das práticas adotadas nas obras

ITEM	PRÁTICAS ADOTADAS NOS CANTEIROS DE OBRAS	OBRA A	OBRA B
1	Baias para materiais granulares	5	5
2	Controle de erosão e sedimentação	5	1
3	Limpeza de áreas comuns e de circulação	5	5
4	Varrição a úmido	5	3
5	Telas em áreas de geração de poeiras (carpintaria)	5	3
6	Controle de vazamentos (kit de mitigação)	5	1
7	Proteção de sarjetas e bueiros	5	1
8	Lava-rodas	5	1
9	Raspa botas / lava pés	5	1
10	Reaproveitamento de águas pluviais	4	1
11	Programa de conscientização (exemplo: copos reutilizáveis, conversas em DSS, cartazes, etc.)	4	5
12	Centrais de acondicionamento de resíduos por pavimento (dutos de detritos, bags, tambores e pallets);	5	5
13	Coleta seletiva (obra e escritório)	5	4
14	Proteção contra poeira nas caçambas de entulho	4	1
15	Central de descarte de resíduos fora da obra para incentivo de descarte correto de acordo com o tipo do material	5	1
PARÂMETROS			
Não prática			1
Raramente prática			2
Algumas vezes prática			3
Muitas vezes prática			4
Sempre prática			5

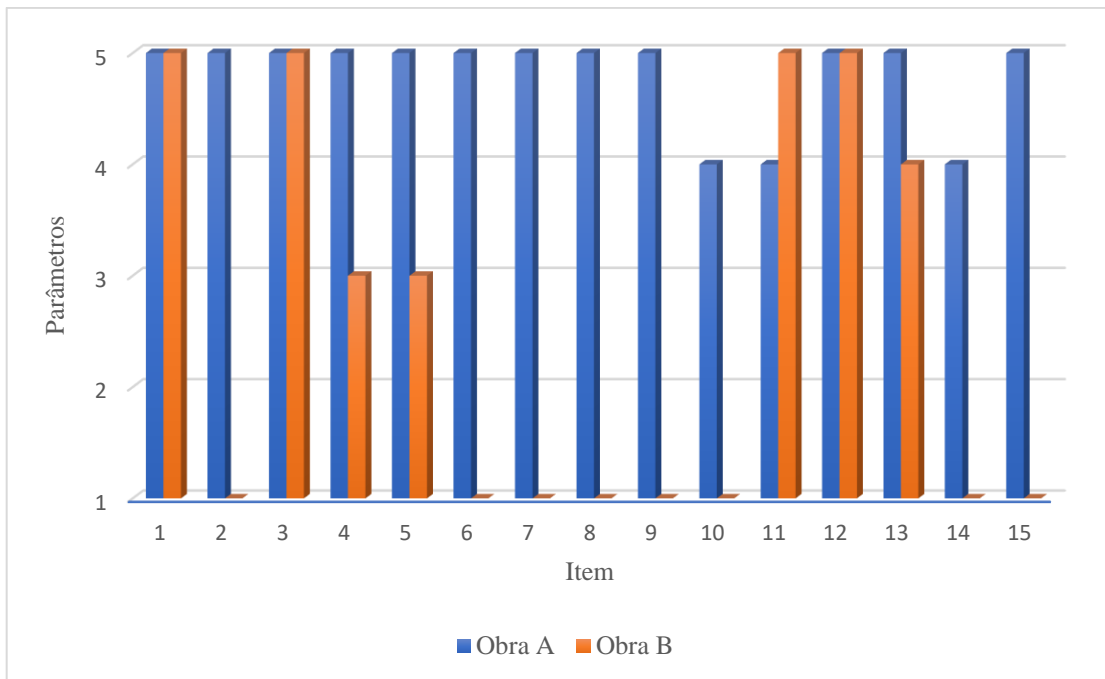


Figura 2: Comparativo de acordo com *checklist* aplicado.

Através dos dados apresentados, percebeu-se que na obra A, com certificação, a maioria das atividades foram cumpridas em sua totalidade, ou seja, obteve pontuação 5 de parâmetro destacando-se não só na parte de diminuição na geração de resíduo, mas também na disposição correta destes resíduos instalando-se uma central de rejeitos localizado do lado externo do canteiro de obras buscando a conscientização dos moradores ao redor. Outro fator verificado foi a construção de pequenas muretas ao redor da obra, evitando que os rejeitos possam se acumular no passeio e nas vias públicas ocorrendo, assim, o controle de erosão e sedimentação.

Tabela 3: Percentual de atendimento das atividades em cada obra

ESTUDO ESTATÍSTICO		
OBRA	PONTOS OBTIDOS	PERCENTUAL DE ATENDIMENTO DAS ATIVIDADES
OBRA A	72	96%
OBRA B	38	51%

Dentre todos os itens avaliados na obra A, apresentaram parâmetro 4 apenas aos itens 10, 11 e 14, pois tratam-se de atividades recentes aplicadas na obra. O reaproveitamento de água e o controle de poeira nas caçambas de entulhos foram aplicadas recentemente no canteiro de obra, enquanto ao programa de conscientização é realizado de forma esporádica, sendo muitas vezes praticados.

Por outro lado, a obra B obteve pontuação 1 em quase todos os itens onde não há prática de controle, dentre eles podemos citar, controle de erosão e sedimentação, alguns materiais como brita, terra, areia e entulho têm maior facilidade de dispersão para fora do canteiro de obra, gerando assim resíduos espalhados pelas sarjetas e vias públicas que podem ocasionar entupimento de bueiros.

Os itens que apresentaram parâmetro 5 na obra B foram os que se referem ao controle da separação dos resíduos, como as centrais de separação dos resíduos por pavimento e os dutos de detritos, auxiliando, principalmente o descarte de entulho gerando um controle na dispersão destes pelo canteiro de obra.

A principal diferença entre as obras é, na verdade, a preocupação com o meio ambiente como um todo, assim, a obra LEED se preocupa com o resíduo desde a sua geração até sua possível dispersão, desde a geração de poeira em áreas com corte de madeiras (carpintaria), até a lavagem de rodas e botas, evitando rejeitos próximo à obra. Com todas essas preocupações, a certificação incentiva a diminuição e o cuidado com o rejeito, seja ele qual for.

Outro ponto chave entre a diferença de uma obra LEED e uma obra sem certificação é o destino dos resíduos. Para pontuação máxima do selo, é necessário que todos os rejeitos sejam 100% recicláveis, para que seja comprovado essa informação ambas as construtoras do grupo contrataram empresas certificadas com licença ambiental vigente para controle dos resíduos.

Na obra A, todo rejeito que sai da obra é controlado pelo controle de transporte de resíduos (CTR) ou manifesto de transporte de resíduo (MTR), sendo o seu preenchimento separado para cada material, como o modelo apresentado na Figura 3.

Após o preenchimento separado, no próprio CTR deve ser especificado qual será o local de destinação do resíduo, que após recebimento e reciclagem pela empresa licenciada, é gerado um certificado de reaproveitamento do mesmo, comprovando para a certificação e para o plano municipal de resíduos que ele foi corretamente reciclado, sendo desviado do aterro.

CTR - Controle de Transporte de Resíduos		
Informações do gerador		
Nome ou razão social	CPF ou CNPJ	
Endereço de retirada	Obra	Data
Obs.: via provisória. Aguardando o comprovante		
Tipo de resíduo	Peso/volume	Unidade
Alvenaria, argamassa e concreto		
Gesso		
Madeira		
Papel		
Plástico		
Solo		
Material asfáltico		
Volumosos (incluindo poda)		
Outros (especificar)		
Informações do transportador		
Nome (PF) ou razão social (PJ)		
CNPJ/CPF	Inscrição municipal	
Tipo de veículo	Placa	
Informações do destinatário		
Nome ou razão social	CPF ou CNPJ	
Endereço de retirada		
Assinaturas/carimbos		
Gerador	Transportador	Destinatário

Figura 3: Modelo de CTR – Controle de Transporte de Resíduos.

Fonte: SINDUSCON – PR / Decreto Municipal nº609/2008

O certificado é emitido separado por CTR, ou seja, cada CTR deverá conter 1 certificado, contendo os dados da empresa, o volume ou massa reciclada e a data, além do destino do seu reuso, que varia de acordo com o tipo de material, como o modelo apresentado na Figura 4.

CERTIFICADO DE DESTINAÇÃO					
					Referente CTR Nº
A XXXXXXXXX, inscrita sob o CNPJ XXXXXXXXX, situada na XXXXXXXXX, Maringá-PR, certifica para os devidos fins que recebeu do Gerador indicado e nos períodos relacionados, para tratamento e destinação final, os resíduos listados abaixo.					
INFORMAÇÃO DO GERADOR					
Razão Social:					
CNPJ:					
Endereço:					
Obra:					
INFORMAÇÃO DOS RESÍDUOS					
Resíduo	Classe	Quant.	Unid.	Data de Recebimento	Tecnologia Aplicada
* (Resolução Conama 307/2002)					
DADOS DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL DO DESTINADOR					
Dispensa de Licenciamento Ambiental (DLAE):				Prazo de Validade:	
OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES					
DECLARAÇÃO					
ESTE DOCUMENTO CERTIFICA O RECEBIMENTO E A RESPECTIVA DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS ACIMA RELACIONADOS, UTILIZANDO-SE AS TECNOLOGIAS MENCIONADAS, E A VALIDADE DESTA INFORMAÇÃO ESTÁ RESTRITA AOS RESÍDUOS DECLARADOS E ÀS SUAS RESPECTIVAS QUANTIDADES.					
MARINGÁ, ____ DE _____ DE _____					
(carimbo com CNPJ)					

Figura 4: Modelo de certificado de destinação final em obra com certificação LEED.

Fonte: SINDUSCON – PR / Decreto Municipal nº816/2010.

Após esse processo, para reconhecimento do LEED, é necessário que seja enviado para a empresa responsável da acreditação, todos os certificados emitidos para controle e pontuação do quesito materiais e recursos.

Na obra B (sem certificação), alguns produtos gerados seguem o mesmo caminho da obra A, contudo poucos deles são 100% recicláveis, apenas o papel e o plástico entram no quesito. Outro fato importante é que na emissão de CTR não é necessário preenchimento separado por tipo de resíduo, sendo colocado todos os resíduos que vão ao mesmo destino.

Os certificados de destinação final também são emitidos pela obra B, sendo que alguns deles acabam indo para aterro, seja pelo alto custo de reciclar ou por praticidade no descarte do material, que muitas vezes exige tratamento e condições específicas para recebimento das empresas certificadas.

Considerações Finais

A obra B, sem certificação, apresentou boas práticas na separação dos resíduos e na destinação de alguns, sendo 100% reciclados, contudo, ainda segue o padrão tradicional de descarte em aterros para alguns itens, além de tratar o resíduo ainda no micro, necessitando uma visão mais atenciosa para uma possível contaminação ao redor do canteiro. Os resultados obtidos mostraram que a obra A produziu menor quantidade de resíduos do que a obra B, de acordo com a metragem quadrada de cada edificação, certificando a edificação LEED como menor produtora e maior recicladora de resíduos. Outro ponto levantado foi que mesmo a obra produzindo mais rejeitos do que outras ela ainda pode ser considerada sustentável, desde que tome cuidados com a geração dele e, em especial, o destino do produto gerado, que no caso da obra A é 100% reciclável. Por fim, conclui-se que a obra certificada apresentou uma grande diferença na destinação final dos resíduos, sendo eles 100% recicláveis e que, além disso, boas práticas no canteiro também mostram a importância do selo para o meio ambiente, tratando os resíduos como um todo.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação (ICETI) pelo apoio recebido.

Referências Bibliográficas

ALVIN, E. 2014. Análise do uso da água como critério para as certificações ambientais na construção civil. 2014. 77f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal Fluminense, Niterói.

CAMPOS, V.; MATOS, N. 2015. Sustentabilidade e gestão ambiental na construção civil: análise dos sistemas de certificação LEED e ISO 14001. Revista Eletrônica Gestão e Saúde, n. 2, p. 1304-1318.

CEHELLA, J. 2015. Análise comparativa entre método tradicional x método sustentável de construção de um centro comunitário no bairro quarta linha. Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC. Criciúma – SC.

DINAMARCO, C. 2014. Selo casa azul certificação ambiental: estudo de caso. Escola Politécnica, Programa de Engenharia Ambiental – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 165.

DUARTE, G.; RODRIGUES, M. 2010. A aplicação da ferramenta de Certificação LEED para avaliação de edifícios sustentáveis no Brasil. In: Congresso Latino-americano da Construção Metálica.

GBC Brasil. 2007. Green Building Council Brasil. Recuperado em 20. abril, 2019, de <http://www.gbcbrazil.org.br/tipologia-leed.php>

GRUNBERG, P.; MEDEIROS, M.; TAVARES, S. 2014. Certificação ambiental de habitações: comparação entre LEED for Homes, Processo Aqua e Selo Casa Azul. Ambiente & Sociedade. São Paulo, vol.17, nº2, p.195-214.

HERNANDES, T. 2011. LEED-NC como sistema de avaliação da sustentabilidade: uma perspectiva nacional? Universidade de São Paulo. São Paulo.

JOHN, V.; PRADO, R. 2010. Selo Casa Azul: Boas práticas para habitação sustentável. São Paulo. Páginas & Letras – Editora Gráfica.

LEITE, V. 2011. Certificação ambiental na construção civil – Sistemas LEED e Aqua. Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte – MG.

LUCAS, V. 2011. Construção sustentável – sistema de avaliação e certificação. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, Portugal.

NASCIMENTO, R.; NANYA, L. 2017. Certificação LEED para projeto de arquitetura. Revista Científica Unilago. São José do Rio Preto, vol.1, nº1.

PACHECO, T. 2011. Diagnóstico da gestão de resíduos na construção civil – comparação de obras no Rio de Janeiro visando a certificação LEED e obras sem certificação. Faculdade de Engenharia – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

PINTO, A. 2016. Propostas técnicas para obras de edificações: estudos de caso. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

RODRIGUES, M. 2019. Certificação LEED: A reforma sustentável do estádio Mineirão e suas vantagens. Revista Eletrônica TECCEN, v. 12, n.2, p.30-38.

SNIS. Painel de Informações sobre Saneamento. 2015. Disponível em: <http://snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-setor-saneamento>. Acesso em: 10 dez. 2020.

STEFANUTO, Á.; HENKES, J. 2013. Critérios para obtenção da certificação LEED: um estudo de caso no supermercado pão de açúcar em Indaiatuba/SP. Estudo de Caso. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental. Florianópolis, vol. 1, nº2, p. 282 – 332.

TOSATTI, N.; LUNKES, R. 2020. Certificação LEED: pré-requisitos para obtenção da certificação em obras residenciais em Xanxerê-SC. Anuário pesquisa e extensão Unoesc Xanxerê. Joaçaba – SC, vol.5.

VINCIGUERRA, M. 2013. Gestão de resíduos da construção civil por meio da análise da certificação LEED [manuscrito]: o caso do Estádio Maracanã – RJ. Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O DISCURSO PRÓ-PCHS NO GOVERNO BOLSONARO

| ID 19400 |

Ednilson Gomes de Souza Junior

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro/UENF, e-mail:

ednilson.junior@yahoo.com.br

Palavras-chave: Pequenas Centrais Hidrelétricas; Licenciamento ambiental; Governo Bolsonaro.

Resumo

Nas últimas duas décadas, o Brasil incentivou fortemente a instalação de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), definidas como usinas que produzem entre 5 e 30 MW. Atualmente, mais de 400 pequenas centrais estão em operação no país, gerando um total de 5.358,34 MW, o que corresponde a apenas 3% da matriz energética brasileira. Vários fatores ajudam a explicar o crescimento na instalação destas usinas, como os grandes investimentos do setor privado, os financiamentos públicos pelo BNDES, a flexibilização das licenças ambientais e o discurso sustentável que vincula o tamanho reduzido das PCHs com a ausência de impactos ambientais. Além disso, programas governamentais como o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica e o Programa de Aceleração do Crescimento, investiram grandes quantias em obras de infraestrutura, inclusive no setor de energias renováveis, que também influenciaram no aumento das pequenas usinas pelo país. No governo Bolsonaro, que tomou posse em 2019, e que tem como uma de suas diretrizes a erosão das políticas ambientais frente a uma proposta de crescimento a qualquer custo, o setor das PCHs tem recebido grande atenção. Já em seu plano de governo, o então candidato à presidência prometia facilitar a instalação destas usinas, reduzindo o licenciamento para apenas 3 meses. Ao ser eleito, sua vitória foi comemorada pelo setor elétrico, incluindo a Associação Brasileira de Pequenas Centrais Hidrelétricas e Centrais Geradoras Hidrelétricas e a Associação Brasileira de Geração de Energia Limpa, que reúne os maiores investidores e interessados em potencializar o setor. Desde o início de seu mandato, é possível perceber que o setor tem sido impulsionado, como pode ser observado pelo aumento na contratação de PCHs nos últimos leilões de energia elétrica. Partindo deste contexto, este artigo tem como objetivo discutir as práticas adotadas pelo governo Bolsonaro para acelerar a instalação de PCHs e sua relação com o desmantelamento das políticas ambientais, tendo como proposta metodológica a análise de reportagens noticiadas por grandes veículos de comunicação e sites de associações do setor elétrico. A análise das notícias e

declarações do presidente e de outros representantes do governo aponta para um esforço e urgência para facilitar a concessão de licenças, simplificando leis que já eram frágeis em vários aspectos. Com isso, o governo se posiciona claramente ao lado do setor privado, que é o maior beneficiado, e se afasta da responsabilidade de cuidar do meio ambiente, colocando em risco não só rios e ecossistemas, mas também as populações que vivem desses recursos, como comunidades indígenas e ribeirinhas.

Introdução

O Brasil é o segundo maior produtor de energia de fonte hidrelétrica do mundo, ficando atrás apenas da China (IHA, 2020). Com quase 150 anos de experiência nessa área, o país se tornou referência no desenvolvimento de tecnologia e construção de grandes usinas, tidas como notáveis conquistas da engenharia nacional e motores de desenvolvimento. Atualmente, de acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), existem 1370 usinas em operação no país, sendo 219 Usinas Hidrelétricas (UHE), com potência superior a 30 MW, 426 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), com potência entre 5 e 30 MW, e 725 Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH), com potência inferior a 5 MW (ANEEL, 2021).

Durante a ditadura militar, ocorreu uma rápida expansão na geração de energia por meio da construção de grandes hidrelétricas, entendidas como essenciais para legitimar o projeto econômico do regime. Neste período, foram construídas 61 grandes usinas, aumentando a capacidade instalada de 4.894 MW para 37.437 MW entre 1964 e 1985, quase todas construídas sob responsabilidade do Estado. A construção dessas usinas, no entanto, foi realizada de forma autoritária e sem a participação da população, o que gerou grandes impactos e conflitos socioambientais, envolvendo milhares de famílias que foram expulsas das áreas onde moravam para o enchimento dos reservatórios. Esses problemas, somados ao crescimento do movimento ambientalista brasileiro no final dos anos 1980, fizeram com que grandes usinas habitassem o imaginário popular como vetores de conflitos e impactos (BERMANN, 2007; CARNEIRO; COLI; DIAS, 2017; OLIVEIRA, 2018; SOUZA JR, Ednilson Gomes De, 2021).

Essa situação gerou um cenário que tornou favorável a expansão das pequenas hidrelétricas, pois além da possibilidade de instalação em rios menores, são consideradas pelo setor elétrico como "sustentáveis", devido ao tamanho reduzido. Com isso, foram desenvolvidas políticas públicas de incentivo ao setor, como a criação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) e o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), simplificação do licenciamento ambiental e programas de financiamento público, por meio do Banco Nacional de

Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) (SOUZA JR, Ednilson Gomes De, 2021). A soma destas fatores resultou em um *boom* de PCHs nos anos 2000, colocando o Brasil como uma referência de sucesso na expansão de pequenas usinas (COUTO; OLDEN, 2018). Aqui, também é importante destacar que grande parte do controle dessas usinas está nas mãos do capital privado nacional e internacional, grupos que pressionam continuamente o poder público em busca de novos incentivos e facilidades para o setor, como a flexibilização da emissão das licenças ambientais, agenda defendida e promovida pelo governo de Jair Bolsonaro (SOUZA JR, Ednilson Gomes De, 2021).

Eleito presidente em 2018, Bolsonaro sempre defendeu o investimento privado e a flexibilização das leis ambientais como forma de impulsionar o desenvolvimento econômico do país. Durante sua campanha eleitoral, o então candidato se posicionou a favor da exploração econômica de terras indígenas por meio da construção de hidrelétricas e criticou o atraso na emissão das licenças ambientais pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (BRONZ; ZHOURI; CASTRO, 2020). Após sua eleição, o setor hidrelétrico ganhou visibilidade com propostas de retomada da construção de grandes usinas na região amazônica e incentivo à construção de mais de 500 PCHs no país. A flexibilização das licenças ambientais e a fragilização dos órgãos de fiscalização podem impulsionar ainda mais a construção desses empreendimentos, o que poderá impactar significativamente as regiões onde serão instalados.

Com base na breve contextualização apresentada acima, o objetivo deste trabalho é analisar o discurso pró-PCHs do governo Bolsonaro, inserido em um contexto de ataque às políticas ambientais e incentivo ao controle do setor elétrico pelo capital privado. Cabe destacar que se trata de uma pesquisa em andamento, que tem acompanhado semanalmente as medidas do governo para o setor, logo, a análise se baseia no período de janeiro de 2019 a junho de 2021 (O primeiro ano de governo foi apresentado em Souza Jr (2020)).

Material e Métodos

A metodologia adotada para a condução deste trabalho é a pesquisa documental, realizada por meio do levantamento de informações divulgadas nos principais veículos de comunicação brasileiros, como Folha de São Paulo, G1, El País e Agência Brasil, sites específicos dos setores de energia renovável e hidrelétrica, como Canal Energia e ABRAPCH, além dos portais oficiais do governo brasileiro, incluído a Câmara dos Deputados e o Senado

Federal. Além disso, também foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre os temas de relevância para este trabalho.

Resultados Preliminares e Discussão

Em seus quase 30 anos de vida política, Bolsonaro desempenhou um papel irrelevante na agenda de proteção ambiental do país. Isso se refletiu em seu plano de governo, divulgado durante as eleições de 2018, onde o meio ambiente foi mencionado apenas uma vez, na proposta de um novo modelo institucional de agricultura, setor ao qual estaria subordinada a pasta ambiental (BOLSONARO, 2018). Em sua campanha, o então candidato à presidência defendeu o fim do Ministério do Meio Ambiente, medida necessária para acabar com a indústria de multas do IBAMA (PAÍS, EL, 2019).

Ainda em seu plano de governo, a pauta ambiental reaparece, indiretamente, na questão da energia, onde após criticar governos anteriores, Bolsonaro diz que é preciso um "choque liberal no setor" para evitar obstáculos ao desenvolvimento no início da década. Como exemplo, ele cita as PCHs, dizendo que "as pequenas centrais hidrelétricas têm enfrentado barreiras quase intransponíveis no licenciamento ambiental. Há casos que superam os dez anos. Faremos com que o licenciamento seja avaliado em um prazo máximo de três meses" (BOLSONARO, 2018, p. 71). De acordo com o portal de notícias do setor elétrico, Canal Energia, a afirmação foi muito bem recebida por representantes do setor, que se mostraram otimistas quanto à possível vitória do candidato. A mesma reportagem aponta que Paulo Arbex, presidente da Associação Brasileira de Pequenas Centrais Hidrelétricas (ABRAPCH), e Ricardo Pigatto, presidente da Associação Brasileira de Energia Limpa (ABRAGEL), se reuniram com membros da equipe de Bolsonaro para apresentar suas demandas e discutir melhorias para o setor (CANAL ENERGIA, 2018).

Depois de eleito, ao participar da inauguração de uma fábrica no estado do Paraná, Bolsonaro passou a discursar sobre suas promessas de campanha para o setor, dizendo que o licenciamento ambiental das pequenas usinas deveria ser reduzido para dois ou três meses. Segundo ele, "até ano passado levava em média dez anos para uma licença, é um absurdo isso aí (...). Em dois ou três meses é mais que o suficiente para você liberar quem por ventura queira construir um PCH na sua região" (FOLHA DE SÃO PAULO, 2019). No mês seguinte, o ministro de Minas e Energia Bento Albuquerque, alinhado às ideias de Bolsonaro, participou de um debate sobre as perspectivas socioambientais da matriz elétrica brasileira, promovido pelo Fórum dos Agentes do Setor Elétrico e pelo Fórum de Meio Ambiente do Setor Elétrico, e afirmou que as PCHs são suas "queridinhas", referindo-se à

possível instalação de 536 novas usinas, que, segundo ele, "poderão representar investimentos da ordem de R\$ 70 bilhões no país, e atender cerca de 14 milhões de unidades consumidoras" (AGÊNCIA BRASIL, 2019). Em junho de 2021, o Ministro foi o grande homenageado do prêmio "100 Mais Influentes da Energia da Década", uma espécie de Oscar do setor elétrico (MME, 2021).

Logo no primeiro ano do governo Bolsonaro, o setor das PCHs começou a colher os primeiros frutos: no Leilão de Geração nº 04/2019 (A-6), realizado em outubro, 25 usinas foram contratadas, sendo 19 PCHs e 6 CGHs distribuídas em mais de 50 municípios e sete Estados (ES, BA, MT, GO, MG, PR, SC), números que representam 9,60% dos lotes e 15,39% dos montantes adquiridos no leilão. Para Arbex, o resultado do leilão é uma "grande vitória para as pequenas hidrelétricas" e um sinal de que "o governo realmente pretende cumprir a promessa de reverter os prejuízos com a baixíssima contratação dos últimos vinte anos". Além de afirmar que vai continuar lutando para o mesmo ocorra nos próximos leilões, já que agora a economia já colhe "os frutos das reformas em andamento" (ABRAPCH, 2019a). Interessante notar que, em contraste à fala de que o país não investiu no setor nos últimos 20 anos, Couto & Olden (2018) apontam o Brasil como uma referência na rápida expansão das pequenas usinas, que ocorreu justamente nas últimas duas décadas.

Debate sobre PCHs na Câmara dos Deputados e no Senado

No âmbito da Câmara dos Deputados, foi criada em junho de 2019 a 'Frente Parlamentar Mista em Defesa das Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) e das Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGHs)'. A comissão atuará "na promoção do aprimoramento da legislação sobre o tema; no acompanhamento da tramitação e na proposição de matérias na Câmara dos Deputados e no Senado Federal; e na promoção do debate sobre projeto estratégico de desenvolvimento sustentável do País" (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2019). O presidente da Frente, deputado Pedro Lupion, afirma que a iniciativa "o debate técnico e discutir aspectos regulatórios, socioambientais, econômicos e políticos da implantação e operação de PCHs e CGHs". A ABRAPCH se manifestou positivamente à criação da comissão, afirmando que "a Frente vai atuar em temas fundamentais para que possamos garantir os investimentos em PCHs e reduzir os custos da energia no Brasil" (ABRAPCH, 2019b)

O assunto também está em discussão no Senado, no âmbito da Comissão de Ciência e Tecnologia (CCT). Em entrevista à TV Senado, o senador Vanderlan Cardoso, presidente da CCT, afirma que as PCHs são a solução para resolver um problema ambiental, "porque são pequenos lagos, e esses pequenos lagos seguram a erosão, a água ao invés de ir embora, ou seja, ir para o mar, ali ela pode infiltrar no solo, certo, e gerar energia. Gerando energia, o que que ela está gerando? Emprego e renda em cidades, estados e no nosso Brasil" (TV SENADO, 2019). Na mesma entrevista, o senador

critica a legislação ambiental, que descreveu como "complexa e complicada", e afirma ainda a necessidade de desburocratizar o processo, principalmente o licenciamento.

Também vale a pena mencionar a proposta de Lei Geral do Licenciamento Ambiental, que pode influenciar o licenciamento da PCHs. Recentemente, a proposta foi aprovada na Câmara dos Deputados, e agora se encontra em tramitação no Senado Federal, com relatoria da Senadora Kátia Abreu, uma forte representante do agronegócio no Senado (SENADO FEDERAL, 2021). O Projeto, que vem sendo criticado por diversos setores, incluindo a Associação Brasileira de Avaliação de Impactos (ABAI, 2019), defende em seu artigo 29 que "no caso de atividades ou de empreendimentos localizados na mesma área de estudo, a autoridade licenciadora pode aceitar estudo ambiental para o conjunto e dispensar a elaboração de estudos específicos para cada atividade ou empreendimento", completando no segundo parágrafo que "para atividades ou empreendimentos de pequeno porte e similares, pode ser admitido um único processo de licenciamento ambiental, desde que definida a responsabilidade legal pelo conjunto de atividades ou de empreendimentos" (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2021). Esta medida representa um risco aos rios e ecossistemas brasileiros, uma vez que é comum a instalação de PCHs em formato de cascata, ou seja, diversas usinas em um mesmo rio ou bacia hidrográfica.

O debate sobre as PCHs também está presente no avanço da Medida Provisória (MP) 1.031/2021, que dispõe sobre a privatização da Eletrobrás, principalmente depois que, em uma votação recente na Câmara dos Deputados, o relator e deputado Elmar Nascimento incorporou à MP um programa de compra de energia elétrica de 2.000 MW provenientes de usinas hidrelétricas de até 50MW, ou seja, favorecendo as pequenas usinas (CNN BRASIL, 2021). Segundo Charles Lenzi, presidente da ABRAGEL, as PCHs não estão sendo remuneradas e valorizadas adequadamente, e por isso a sua inclusão na MP representa um "importante resgate histórico do setor elétrico brasileiro com os pequenos aproveitamentos hidrelétricos, (...) que foram, de certa forma, abandonados como alternativa de suprimento" (ESTADÃO, 2021). Arbex também apoiou a inclusão da contratação de PCHs na MP, classificando-a como "fundamental" (PODER 360, 2021).

PCHS no Paraná: apoio incondicional à agenda bolsonarista

Partindo de uma escala nacional para a estadual, o Paraná tem seguido à risca as propostas do presidente para o setor das PCHs. Sob a liderança de Ratinho Junior, um forte apoiador de Bolsonaro, o Estado tem atuado na desmonte do licenciamento e na facilitação da instalação das pequenas usinas (ABRAPCH, 2020b). Em 2020, por exemplo, o secretário estadual do Desenvolvimento Sustentável e do Turismo, Marcio Nunes, anunciou o Programa Descomplica Indústria para o Setor de Energia. De acordo com o Secretário, "o setor de energias renováveis, começando pela energia

hídrica, será o primeiro a passar pelo processo de desburocratização. Descomplicar é provar que é possível gerar desenvolvimento sustentável, emprego e renda”, complementando que “isso não significa fazer o licenciamento ambiental de qualquer jeito. Faremos com segurança técnica, jurídica e ambiental. Temos que cumprir a lei, mas podemos atualizá-la adaptando às novas tecnologias”. A ABRAPCH, que participou do lançamento do Programa, afirma que “desde 2019 o Governo do Paraná tem sido parceiro para dar celeridade aos processos e, apenas no ano passado, o número de empreendimentos licenciados já superou em 15%, proporcionalmente, a emissão de licenças dos últimos sete anos no Paraná” (ABRAPCH, 2020a).

Em novembro de 2020, Bolsonaro participou da inauguração da PCH Bedim (Figura 01), no Sudoeste do Paraná, acompanhado do ministro da Infraestrutura, Tarcísio Gomes de Freitas, do secretário do Ministério de Minas e Energia, Hélvio Neves Guerra, do governador do Paraná, Ratinho Junior, do diretor-geral brasileiro de Itaipu, general Joaquim Silva e Luna, o presidente do Conselho Administrativo da ABRAPCH, Pedro Diase, e do Deputado Estadual Tião Medeiros, coordenador da Frente Parlamentar em Defesa das Energias Renováveis da Assembleia Legislativa do Paraná (G1, 2020; TIÃO MEDEIROS, 2020). Nesta ocasião, Bolsonaro afirmou que “ninguém no mundo, eu desconheço, tem fontes de energia limpa como nós temos (...). Nós somos o país que mais preserva o meio ambiente no mundo” (G1, 2020).

No mesmo evento, o Governador Ratinho Junior destacou que “essa PCH tem uma importância simbólica. Em duas décadas eram 21 PCHs liberadas no Paraná. Em um pouco mais de um ano e meio, mais de 40. Esse é modelo de geração de energia do Brasil” (ABRAPCH, 2020b). Na mesma direção, o Deputado Tião Medeiros celebrou a inauguração de mais uma usina no Estado, afirmando que “investir em PCH’s é garantir o acesso à energia elétrica para a população, é preservar o meio ambiente, gerar emprego e energia renovável. O Paraná tem capacidade para isso e o meu trabalho na Assembleia Legislativa para que a burocratização acabe e para que outros empreendimentos tornem-se realidade em várias regiões do Paraná vai continuar” (TIÃO MEDEIROS, 2020).



**Figura 01 – Bolsonaro participa da inauguração da PCH Bedim, no Paraná.
Fonte: Tião Medeiros (2020)**

A boiada avança, avançam as PCHs

Em menos de três anos, é possível perceber que a ideologia de apoio às PCHs está arraigada em diferentes setores do governo e se espalha amplamente entre os diversos poderes. E os resultados dessa aliança já podem ser vistos, como na criação de frentes parlamentares a nível nacional e estadual e no aumento na participação de pequenas usinas nos leilões de energia.

O processo acelerado de desmonte das leis que regulamentam a instalação de PCHs também pode ser observado em outras regulamentações ambientais. Para demonstrar o nível de perversidade do atual governo em relação ao meio ambiente, cabe lembrar a situação vergonhosa protagonizada pelo ex-Ministro do Meio Ambiente, Ricardo Salles, que repercutiu negativamente em todo o país. Durante uma reunião ministerial realizada em abril de 2020, que contou com a presença de Bolsonaro e outros 25 ministros, Salles sugeriu aproveitar o impacto causado pelo aumento do número de infectados e mortes para mudar e simplificar as leis ambientais. Suas palavras foram:

"Então pra isso precisa ter um esforço nosso aqui enquanto estamos nesse momento de tranquilidade no aspecto de cobertura de imprensa, porque só fala de COVID e ir passando a boiada e mudando todo o regramento e simplificando normas. De IPHAN, de ministério da Agricultura, de ministério de Meio Ambiente, de ministério disso, de ministério daquilo. Agora é hora de unir esforços pra dar de baciada a simplificação, é de regulatório que nós precisamos, em todos os aspectos."

O discurso do ex-Ministro resume com precisão o interesse do governo Bolsonaro com o meio ambiente, onde o dismantling da legislação ambiental é acelerado para atender aos interesses do capital privado. Mas apesar da deterioração acelerada das políticas ambientais observada durante

o governo Bolsonaro, não se pode dizer que seja nova, pois como apontam Bronz, Zhouri e Castro (2020, p. 28), este é um processo histórico em que

As estratégias de desregulação, conforme anteriormente demonstrado, vem sendo empreendidas em um processo de longa duração, até chegar ao estado de desmonte da regulação ambiental e dos direitos territoriais, culturais e étnicos. Do ambientalismo liberal ao antiambientalismo, do socioambientalismo ao anti-indigenismo, os limites da desregulação foram sendo testados, como ensaios que precedem o espetáculo. Sucessivos atos de violência – atentados contra a Constituição Federal de 1988, desrespeito a normas e ritos administrativos, coerção de sujeitos e grupos, negociações, lobbies, crimes ambientais e sociais – pavimentaram o terreno do desmonte, tanto na prática quanto no plano discursivo.

Por fim, como apontam Araújo & Novoa Garzon (2020, p. 96-97), a desregulamentação não ocorre apenas pelo desmantelamento da legislação, mas também “pela omissão, proposital ou tácita, quando premissas que deveriam nortear os procedimentos são ignoradas e isso ocorre quando processos técnicos escondem escolhas políticas, seja no licenciamento, seja no julgamento de processos envolvendo violações aos direitos humanos ambientais”.

Considerações Finais

Nos últimos anos, o Brasil vive um triste período de desmonte das políticas ambientais e de ataques aos órgãos responsáveis pela gestão ambiental brasileira, além do descrédito concedido a pesquisadores e universidades que, por meio de pesquisas científicas sérias, revelam à sociedade os dados que o governo tenta esconder. Além do próprio governo, as grandes empresas também reforçam os ataques ao licenciamento, que são vistos como um entrave à sua expansão. Portanto, atuam no sentido de pressionar mudanças legislativas, buscando agilizar e facilitar a obtenção de licenças e autorizações. Embora vivamos um período democrático, essas discussões referem-se ao período ditatorial, pois as decisões são tomadas sem qualquer envolvimento com a sociedade ou com o debate público, sendo conduzidas exclusivamente com base nos interesses econômicos e privados.

Sob o discurso do desenvolvimento e valorização da riqueza nacional, e para satisfazer o lobby do agronegócio e das grandes empresas extrativistas, foram liberados mais de 1200 tipos de agrotóxicos, a licença ambiental foi flexibilizada, a regularização de terras indígenas foi modificada, a água é privatizada e biomas importantes, como o Pantanal e a floresta amazônica, são destruídos por incêndios e desmatamento. A lógica que norteia o governo Bolsonaro tem suas raízes na ditadura, que explorava os recursos ambientais de forma extremamente predatória e desrespeitosa com as populações que dependem diretamente desses recursos.

No caso das hidrelétricas, a posição do governo também retoma o discurso da ditadura, ao enfatizar a importância da geração de energia para o progresso do país, sem afirmar, entretanto, quem serão os beneficiados por esse projeto de desenvolvimento. Mas as dezenas de conflitos envolvendo hidrelétricas que fazem parte da história do Brasil permitem afirmar que o lucro gerado por esses empreendimentos está concentrado nas mãos de poucos, enquanto os impactos ambientais são compartilhados com as populações atingidas, cujos modos de vida tradicionais se perdem para esta noção violenta de progresso. No caso das PCHs, as perspectivas para o setor são promissoras, uma vez que o próprio governo atua de forma a garantir que os interesses do capital não sejam atingidos. Atualmente, as pequenas usinas são semelhantes a qualquer outra empresa privada, mas com uma grande vantagem para o empresário, já que sua construção pode ser financiada com dinheiro público. Com isso, os recursos naturais utilizados para geração e fornecimento de energia, e que pertencem à nação, beneficiam apenas grupos privados. Embora a discussão sobre os impactos e conflitos decorrentes da expansão das PCHs no Brasil seja recente, pesquisas sobre o assunto indicam que a exploração desse recurso sem os devidos cuidados, como rigorosos estudos ambientais e a efetiva participação da população afetada, podem representar uma perda irreparável de centenas de quilômetros de rios saudáveis e inexplorados.

Agradecimentos

Agradeço à FAPERJ pelo financiamento de minha pesquisa de doutorado, realizada junto ao Programa de Pós-Graduação em Políticas Sociais da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro/UENF.

Referências Bibliográficas

ABAI. Nota Técnica a respeito da Proposta de Lei Geral de Licenciamento Ambiental, em Tramitação na Câmara dos Deputados. 2019. Disponível em: <<http://avaliacaodeimpacto.org.br/nota-tecnica-a-respeito-da-proposta-de-lei-geral-de-licenciamento-ambiental-em-tramitacao-na-camara-dos-deputados/>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

ABRAPCH. Leilão de Energia indica crescimento do mercado de PCHs e CGHs. 2019a. Disponível em: <<https://abrapch.org.br/2019/10/leilao-de-energia-indica-crescimento-do-mercado-de-pchs-e-cghs/>>. Acesso em: 5 jul. 2021.

_____. Frente Parlamentar em Defesa das CGHs e PCHs será lançada na Câmara dos Deputados. 2019b. Disponível em: <<https://abrapch.org.br/2019/06/frente-parlamentar-em-defesa-das-cghs-e-pchs-sera-lancada-na-camara-dos-deputados/>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

_____. Licenciamento ambiental para setor de energia renovável será desburocratizado. 2020a. Disponível em: <<https://abrapch.org.br/2020/03/licenciamento-ambiental-para-setor-de-energia-renovavel-sera-desburocratizado/>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

_____. Governador ressalta a importância das pequenas centrais hidrelétricas. 2020b. Disponível em: <<https://abrapch.org.br/2020/11/governador-ressalta-a-importancia-das-pequenas-centrais-hidreletricas/>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

AGÊNCIA BRASIL. MME quer viabilizar construção de 536 pequenas centrais hidrelétricas. 2019. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2019-06/mme-quer-viabilizar-construcao-de-536-pequenas-centrais-hidreletricas>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

ANEEL. Sistema de Informações de Geração da ANEEL - SIGA. 2021. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2IiwidCI6IjQwZDZmOWI1LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBlMSIsImMiOiR9>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

ARAUJO, N.; NOVOA GARZON, L. F. Neoeextrativismo e projetos hidrelétricos em Rondônia : desdobramentos territoriais e seu significado político-institucional. **Antropolítica**, 2020. v. 49, n. 2, p. 72–100.

BERMANN, C. Impasses e controvérsias da hidreletricidade. **Estudos Avançados**, 2007. v. 21, n. 59, p. 139–193.

BOLSONARO, J. **O caminho da prosperidade - proposta de plano de governo 2018**. Disponível em: <https://flaviobolsonaro.com/PLANO_DE_GOVERNO_JAIR_BOLSONARO_2018.pdf>.

BRONZ, D.; ZHOURI, A.; CASTRO, E. Passando a boiada : violação de direitos , desregulação e desmanche ambiental no Brasil. **Antropolítica**, 2020. v. 49, n. 2, p. 8–41.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. Frente parlamentar será lançada em defesa das centrais elétricas. 2019. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/noticias/559574-FRENTE-PARLAMENTAR-SERA-LANCADA-EM-DEFESA-DAS-CENTRAIS-ELETRICAS>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

_____. PL 2159/2021 - Dispõe sobre o licenciamento ambiental; regulamenta o inciso IV do § 1º do art. 225 da Constituição Federal; altera as Leis nºs 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e 9.985, de 18 de julho de 2000; revoga dispositivo da Lei nº 7.661, de 16 de. 2021. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=8970277&ts=1625766340159&disposition=inline>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

CANAL ENERGIA. Abertura de mercado precisa ser precedida de retomada da isonomia, defende Abrapch. 2018. Disponível em: <<https://abrapch.org.br/2018/10/abertura-de-mercado-precisa-ser-precedida-de-retomada-da-isonomia-defende-abrapch/>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

CARNEIRO, D.; COLI, A.; DIAS, F. **Pequenas Centrais Hidrelétricas: Aspectos Jurídicos, Técnicos e Comerciais**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Synergia, 2017.

CNN BRASIL. Texto não é perfeito e pode ser aperfeiçoado, diz relator da MP da Eletrobras. 2021. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/business/2021/05/19/texto-nao-e-perfeito-e-pode-ser-aperfeiçoado-diz-relator-da-mp-da-eletobras>>. Acesso em: 4 jul. 2021.

COUTO, T. B. A.; OLDEN, J. D. Global proliferation of small hydropower plants – science and policy. **Frontiers in Ecology and the Environment**, 2018. v. 16, n. 2, p. 91–100.

ESTADÃO. Charles Lenzi: A MP 1.031 e as PCHs: uma importante contribuição para uma matriz elétrica limpa, renovável e firme. 2021. Disponível em: <<https://politica.estadao.com.br/blogs/fausto-macedo/a-mp-1-031->

e-as-pchs-uma-importante-contribuicao-para-uma-matriz-eletrica-limpa-renovavel-e-firme/>. Acesso em: 4 jul. 2021.

FOLHA DE SÃO PAULO. Bolsonaro diz que quer licença ambiental para pequenas hidrelétricas em até três meses. 2019. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2019/05/bolsonaro-diz-que-quer-licenca-ambiental-para-pequenas-hidreletricas-em-ate-tres-meses.shtml>>. Acesso em: 19 jun. 2020.

G1. Bolsonaro inaugura Pequena Central Hidrelétrica no Paraná. 2020. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pr/oeste-sudoeste/noticia/2020/11/06/bolsonaro-chega-ao-parana-para-inauguracao-de-pequena-central-hidreletrica.ghtml>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

IHA. **2020 Hydropower Status Report - Sector trends and insights**. International Hydropower Association. Disponível em: <https://www.hydropower.org/sites/default/files/publications-docs/2019_hydropower_status_report_0.pdf>.

MME. Bento Albuquerque é o grande homenageado da premiação os “100 Mais Influentes da Energia da Década”. 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/bento-albuquerque-e-o-grande-homenageado-da-premiacao-os-201c100-mais-influentes-da-energia-da-decada201d>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

OLIVEIRA, N. A grande aceleração e a construção de barragens hidrelétricas no Brasil The Great Acceleration. **Varia Historia**, 2018. v. 34, n. 65, p. 315–346.

PAÍS, EL. Bolsonaro neutraliza o papel do Ibama na aplicação de multas ambientais. 2019. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2019/04/11/politica/1555009346_229285.html>. Acesso em: 10 jun. 2021.

PODER 360. MP da Eletrobras: gás natural e PCHs beneficiam sistema elétrico, diz setor. 2021. Disponível em: <<https://www.poder360.com.br/economia/mp-da-eletobras-gas-natural-e-pchs-beneficiam-sistema-eletrico-diz-setor/>>.

SENADO FEDERAL. Tramitação do Projeto de Lei nº 2159/2001 no Senado. 2021. Disponível em: <<https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/148785>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

SOUZA JR, Ednilson Gomes De. **O Grande Negócio das Pequenas Usinas: Quem controla as PCHs no Brasil?** [S.l.]: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2021.

SOUZA JR, EDNILSON GOMES DE. Perspectivas del Gobierno Bolsonaro para el Sector de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas. **Acta del II Congreso virtual desarrollo sustentable y desafíos ambientales**, 2020. p. 19. Disponível em: <http://congresos.cebem.org/wp-content/uploads/2020/11/Acta_II_Congreso_Virtual-2020-1.pdf>.

TIÃO MEDEIROS. Tião Medeiros participa de inauguração de pequena usina hidrelétrica no interior do Paraná. 2020. Disponível em: <<https://tiaomedeiros.com.br/geral/tiao-medeiros-participa-de-inauguracao-de-pequena-usina-hidreletrica-no-interior-do-parana/>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

TV SENADO. Vanderlan Cardoso tem propostas para ampliar investimento em energia. 2019. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/tv/programas/argumento/2019/04/vanderlan-cardoso-tem-propostas-para-ampliar-investimento-em-energia>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

SWOT COMO ESTRATÉGIA DE AÇÃO DE UM INSTRUMENTO DE POLÍTICA PÚBLICA: PEVS EM PELOTAS

| ID 19415 |

1Rubia Flores Romani, 2Anderson Gabriel Corrêa, 3Maiara Moraes Costa, 4Jayne Andrade, 5Larissa Aldrighi da Silva, 6Claudia Lemons e Silva

1Universidade Federal de Pelotas, e-mail: fgrubia@yahoo.com.br; 2Universidade Federal de Pelotas, e-mail: andersoncorrea560@gmail.com; 3Universidade Federal de Pelotas, e-mail: maiaraengambientalesanitaria@gmail.com; 4Universidade Federal de Pelotas, e-mail: jayneandrade2@gmail.com; 5Universidade Federal de Pelotas, e-mail: larissa.aldrighi@gmail.com; 6Universidade Federal de Pelotas, e-mail: lemonsclau@gmail.com

Palavras-chave: Ecopontos; resíduos sólidos urbanos.

Resumo

A gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) ainda é uma problemática vivida em diversas cidades do Brasil, sendo um desafio aos gestores políticos públicas eficazes. Em Pelotas-RS, a prefeitura vem desenvolvendo um programa de coleta seletiva composto por diferentes projetos e ações que visam atender os objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, dentre eles os Ecopontos. Com isso, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o gerenciamento dos pontos de entrega voluntárias de Pelotas, através do diagnóstico do Ecoponto Centro e empregar uma ferramenta de análise, a matriz SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats), para avaliar a percepção dos responsáveis e com isto, subsidiar a tomada de decisão desta ação de política pública implementada no município. O diagnóstico do Ecoponto Centro ocorreu a partir de pesquisa documental e pesquisa de campo. A partir desses resultados, foram construídos quadros comparativos e aplicada a técnica da matriz de SWOT como ferramenta para a análise do gerenciamento empregado nos Ecopontos de Pelotas. O Ecoponto Centro foi inaugurado em 2015 e desde então é uma opção, para os munícipes, de descarte de resíduos de jardinagem, móveis desmontados, restos de obras e recicláveis. No Ecoponto há funcionários que auxiliam o usuário com o descarte correto. Após, o resíduo é destinado corretamente de acordo com a classificação, sendo esta etapa do gerenciamento de responsabilidade do poder público municipal. A análise da matriz SWOT apontou que um dos maiores benefícios dos ecopontos é a retirada de entulhos da rua, o que

significa uma força, evidenciando a importância ambiental desses locais no município. Já em relação a fraquezas e oportunidades, a educação ambiental foi mencionada. Diante do exposto, os resultados do estudo reiteraram a importância desta política pública a nível de municípios, como alternativa ao gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. Conclui-se também, que a matriz SWOT é uma eficiente ferramenta de análise do gerenciamento dos ecopontos, considerada um importante e efetivo instrumento para o planejamento e tomada de decisões de políticas públicas municipais.

Introdução

É uma das funções do formulador de políticas públicas identificar e criar instrumentos que resultem em soluções dos problemas que atingem toda população, através de leis, regulamentos e diretrizes para disciplinar as atividades antrópicas que envolvem os recursos naturais, com o intuito de reduzir os impactos negativos ao meio ambiente e à saúde pública (KLEIN e DIAS, 2017).

De acordo com a ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais), a geração total de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil em 2019 foi de aproximadamente 79 milhões de toneladas, sendo gerados no estado do Rio Grande do Sul, um total de 3.147.030 ton/ano. Essa parcela de resíduos engloba os resíduos domiciliares e os de limpeza urbana, que no mesmo ano em questão teve índice de cobertura de coleta de 95,5% (ABRELPE, 2020).

Não só o quantitativo é um desafio, mas o gerenciamento como um todo, cabendo ao poder público municipal implementar ações a este enfrentamento.

O cidadão é a figura central no ciclo de ações que envolvem as responsabilidades, desde a escolha com o que será consumido, até o descarte dos resíduos gerados.

Quando segregados e destinados corretamente, contribuem para o aumento dos índices de reciclagem dos resíduos sólidos urbanos. Dessa forma, o cidadão é um elo imprescindível no que se refere ao sistema de gestão de resíduos sólidos, pois desenvolve um ofício essencial para que as ações de políticas públicas tenham êxito (ABRELPE, 2017).

A responsabilidade dos cidadãos aponta para a direção de participação integrada no ciclo de vida dos produtos, conjuntamente com as organizações públicas e privadas (MARCHI e DE ALMEIDA, 2018). O tipo de participação social infere no sucesso de programas dessa natureza, e há diferentes respostas sociais em relação à participação (DE ALVARENGA, 2015).

As principais diretrizes a respeito dos RSU no Brasil foram determinadas na Lei Federal nº 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que dispõe sobre princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao

gerenciamento de resíduos sólidos, preconizando que todos os municípios brasileiros estabeleçam os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010). Em relação aos instrumentos apresentados pela lei, um deles é a coleta seletiva e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada do ciclo de vida dos produtos, dentre os quais, podem inserir-se os pontos de entrega voluntária (PEVs) de resíduos sólidos, também conhecidos como ecopontos.

Os PEVs são uma alternativa para o recolhimento de resíduos sólidos, principalmente os não recicláveis e materiais reaproveitáveis, os quais compreendem instalações criadas pelas prefeituras, geralmente em pontos estratégicos das cidades, com o objetivo de diminuir a quantidade de resíduos descartados em locais públicos, terrenos baldios e córregos, evitando a poluição ambiental e a proliferação de doenças (ALBUQUERQUE, 2016).

Para que a população realize a destinação voluntária dos resíduos é recomendado que os postos de entrega estejam em locais próximos aos usuários, de forma a auxiliar na rotina cotidiana (DE OLIVEIRA e PASCHOALIN FILHO, 2016).

Além de promover a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos urbanos no município, os ecopontos possuem um papel social bastante importante para as famílias carentes, quando os materiais com valor agregados são destinados às organizações de recicladores.

Diante destes desafios é profícua a aplicação de uma ferramenta de gestão, que auxilie no planejamento estratégico de uma organização. Dentre as quais a matriz SWOT, de origem do inglês Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats, também conhecida como análise FOFA no Brasil, onde as letras correspondem às palavras Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças. Esta é uma importante ferramenta e mais comumente usada para o planejamento das organizações privadas, no entanto, é crescente o emprego nas mais variadas atividades das organizações públicas, inclusive no planejamento dos municípios (BOSSINI, 2019; MUKESHIMANA *et al.*, 2021). Estudos também reportam o emprego desta estratégia de avaliação no gerenciamento de resíduos sólidos (RAMOS, 2013; RAUPP, 2017; SCHALCH *et al.*, 2017; PAES *et al.*, 2019).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os ecopontos de Pelotas como uma estratégia de política pública, através do diagnóstico de um ecoponto no município de Pelotas/RS e a aplicação de um questionário estruturado com a aplicação da ferramenta SWOT.

Material e Métodos

Área de estudos

O estudo foi realizado no município de Pelotas, localizado na região sul do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Segundo dados do IBGE de 2020, o município conta com uma população de 343.132 habitantes e uma área de 1609.708 km² (IBGE, 2020). No mesmo ano foram geradas cerca de 350 toneladas por dia de resíduos, conforme Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, elaborado em 2014 (PREFEITURA DE PELOTAS, 2020). A maior parte desse material é coletada em domicílio e destinada ao aterro municipal localizado no município de Candiota/RS.

No mês de março de 2016 a cidade inaugurou o primeiro ponto de entrega voluntária de resíduos sólidos, localizado em uma área central (PREFEITURA PELOTAS, 2018), na avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira nº 3195, denominado EcoPonto Centro, conforme apresentado na Figura 1. Atualmente a cidade conta com mais pontos de entrega voluntária de resíduos sólidos, no entanto, estes não são objeto deste estudo.

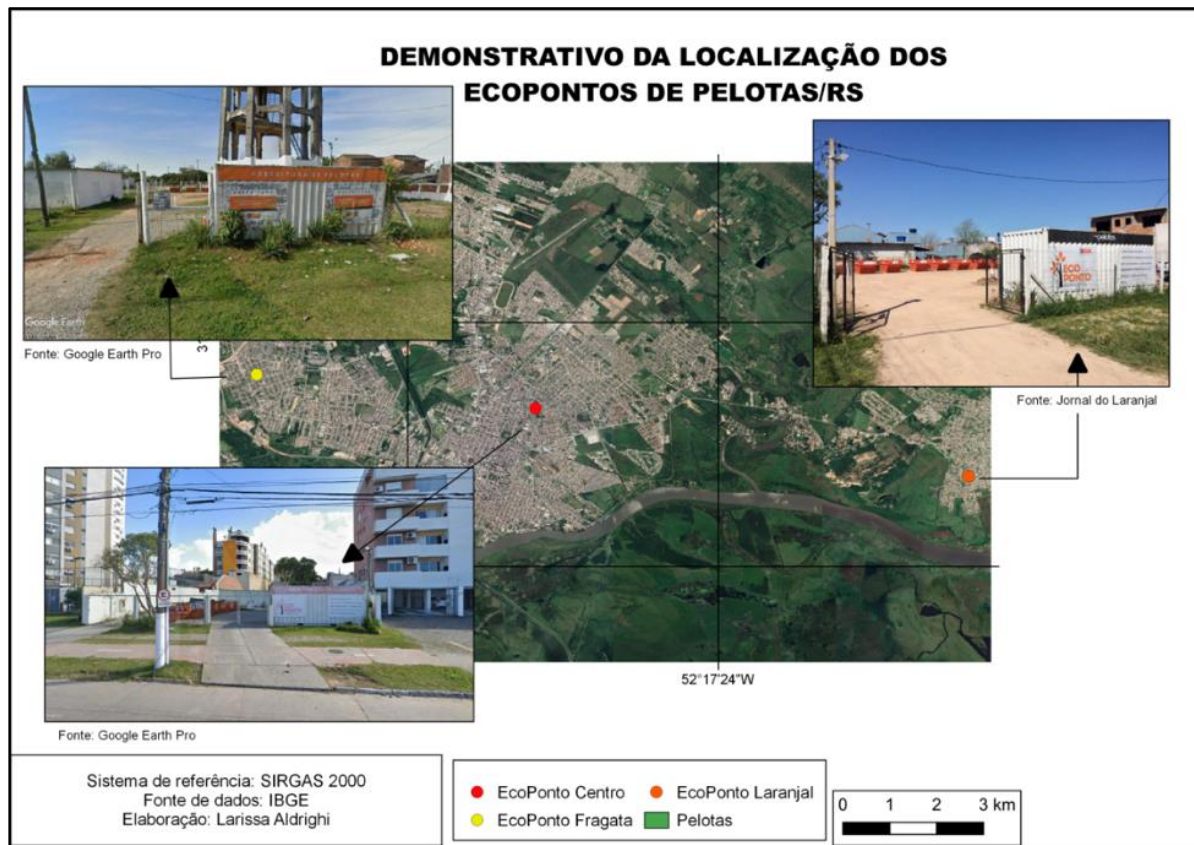


Figura 1: Mapa demonstrativo da localização e fachada dos ecopontos de Pelotas/RS.

Diagnóstico do Ecoponto Centro de Pelotas

Para esta etapa, empregou-se pesquisa descritiva por meio de análise documental de fonte secundária (GIL, 2008), visto que os dados utilizados para o desenvolvimento deste estudo foram disponibilizados pela Secretaria Municipal de Serviços Urbanos e Infraestrutura de Pelotas. A referida Secretaria é responsável pelo gerenciamento do ecoponto, realizando o controle mensal do material recebido.

Também foram realizadas visitas técnicas no local e entrevistas semiestruturadas com o responsável em exercício na secretaria municipal. Os dados coletados foram sistematizados para elaboração do diagnóstico.

Análise SWOT

A análise das Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças, SWOT em inglês, foi realizada através dos resultados obtidos por meio de entrevistas semiestruturadas e aplicadas aos responsáveis pelos ecopontos Pelotas. Esta fase da pesquisa foi realizada no ano de 2019, quando 3 ecopontos estavam implementados, sendo eles Centro, Fragata e Laranjal (Figura 1).

A metodologia empregada nesta etapa do estudo foi adaptada de Ansoff, 1993. A análise de conteúdo se fez pela técnica de codificação, transformando os dados brutos do discurso, permitindo atingir uma representação do conteúdo, deste modo, a construção das possíveis estratégias do gerenciamento dos resíduos (Bardin, 2011).

A matriz SWOT empregada consistiu em interpolar as oportunidades e ameaças externas com as forças e fraquezas internas da organização, onde, as quatro zonas funcionam como parâmetros da situação (CHIAVENATO e SAPIRO, 2003). Nesta, conforme apresentado no Quadro 1, na primeira coluna estão os pontos internos, compostos por forças e fraquezas, que cabem ao entrevistado e, na segunda coluna os pontos externos, com as oportunidades e ameaças, que o entrevistado tem conhecimento, mas não pode alterar diretamente.

A entrevista foi realizada com um funcionário da prefeitura de Pelotas responsável por cada Ecoponto da cidade, totalizando três entrevistas (quantidade de ecopontos no período de estudo).

Quadro 1. Questionário utilizando a análise SWOT

FORÇAS Qual o maior benefício de ter o ecoponto?	OPORTUNIDADES O que você acredita que pode ser melhorado para beneficiar os resultados do ecoponto?
FRAQUEZAS O que você considera um ponto fraco do ecoponto?	AMEAÇAS Quais são os riscos do ecoponto?

Resultados e Discussão

Diagnóstico do Ecoponto Centro de Pelotas

No Ecoponto Centro do município de Pelotas, conforme dados disponibilizados pela Secretaria Municipal de Serviços Urbanos e Infraestrutura, no período estudado, os resíduos contabilizados eram acondicionados em contêineres, segregados conforme a tipologia apresentada na Tabela 1.

Sendo de $1,5 \text{ m}^3$ o volume máximo estabelecido para o descarte de material, por entrega. Em que, a segregação, acondicionamento, transporte e descarte nos diferentes contêineres, eram de responsabilidade do gerador. Em Rio Claro (SP) os PEVs estabelecem como pequeno gerador o volume de até 1 m^3 (RIO CLARO, 2021).

Observa-se (Tabela 1) que os resíduos de galhação contabilizaram o maior número de contêineres que saíram do Ecoponto Centro, no período de estudo. Este tipo de material consiste em galhos de árvores, folhagens e restos de grama e, comparado aos demais, ocupou maior espaço de armazenamento, oriundo do número superior de contêineres utilizados.

Os materiais reaproveitáveis descartados no Ecoponto, como madeira de demolição, telhas, chapas e mobiliário inservível como mesas, cadeiras e sofás são recolhidos pelos servidores da Secretaria Municipal de Cidadania e Assistência Social de Pelotas e encaminhados à população de baixa renda para reaproveitamento.

Restos de podas de árvores e entulhos da construção civil são enviados ao Aterro Municipal, e os materiais recicláveis (vidro, papel, plástico e metal) são entregues a cooperativas indicadas pelo Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP). Estes não são quantificados no Ecoponto, por isso não constam na Tabela 1. A lei municipais nº6.900 de 2021 orienta o encaminhamento de bens móveis, eletroeletrônicos e eletrodomésticos de uso domiciliar, que são recebidos nos ecopontos municipais, que estiverem em boas condições de uso devem ser destinados às famílias de baixa renda, que fazem parte do Cadastro Único (PELOTAS, 2021).

Tabela 1: Categorização e quantificação dos contêineres de resíduos que saíram do Ecoponto Centro, no ano de 2017.

Número mensal de contêineres por resíduos do ecoponto												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Galhação	16	13	27	39	48	18	46	37	29	36	41	43
Móveis desmontados	11	10	18	35	33	13	38	24	28	47	35	37
Restos de obras (Resíduos da Construção Civil)	5	3	9	12	12	7	9	16	11	17	16	20
Madeira de obras	7	7	14	14	12	7	20	21	12	21	14	14
Metais e ferro	9	7	5	15	22	7	11	15	12	15	16	21
Vidro	3	1	0	3	4	2	8	6	6	6	7	8

Desta forma, pode-se inferir, que Pelotas destinou corretamente, através do Ecoponto Centro, no ano de 2017, aproximadamente 5 mil m³ de resíduos, assumindo que um contêiner corresponde, em média, a 4 m³.

Rosado e Penteadó (2018) reportaram que a implantação dos pontos de entrega voluntária de resíduos, em Limeira, interior de São Paulo, diminuiu o volume de resíduos de construção e demolição descartados em áreas públicas e demais locais irregulares.

Segundo Marcucci (2017) os Ecopontos atuam como uma versão corretiva, quando transformam um espaço onde antes havia descarte irregular em um espaço que propicia o descarte adequado; bem como uma versão preventiva, pois visam, com sua utilização pelo pequeno gerador, eliminar casos de descartes irregulares que poderiam existir.

A adoção da população a esse tipo de serviço reflete em boas práticas ambientais, com um maior nível de conscientização dos usuários, aos quais se dedicam a segregação correta, ainda que este demande maior esforço por parte do cidadão, em separar seu próprio resíduo e leva-lo até os pontos de entrega.

Geus *et al.* (2019) reportaram que os ecopontos são locais atrativos aos pequenos geradores, seja pelo tipo e quantidade de resíduos recebidos nesses locais, a facilidade de descarga, não possuir burocracia para recebimento e os horários de funcionamento dos pontos, sendo dos fatores de extrema importância para a adesão da população, a localização adequada desses locais, para facilitar o acesso dos pequenos geradores.

Alguns ecopontos também recebem resíduos perigosos e estabelecidos pela logística reversa, como pneus, lâmpadas fluorescentes eletrônicas, pilhas e baterias (MARCUCCI, 2017).

A Secretaria Municipal de Serviços Urbanos e Infraestrutura de Pelotas, responsável pelo gerenciamento do Ecoponto, contabiliza também os meios de transportes utilizados pelos usuários, conforme classificação apresentada na Tabela 2. Observa-se (Tabela 2) que o carro é o mais empregado, correspondendo a mais de 91% do total identificado no ano de 2017, no Ecoponto Centro de Pelotas. O segundo meio mais utilizado pelos usuários foi a opção que engloba moto, bicicleta, carrinho de mão e a pé, inferindo que o usuário do Ecoponto tem baixa condição de volume de armazenamento, uma vez os principais meios de transportes utilizados condicionam a isso.

Tabela 2: Meio de transporte utilizado pelos munícipes no Ecoponto Centro, no ano de 2017
Quantidade de meios de transporte no Ecoponto em 2017 (un.)

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Caminhão, Kombi e Van	8	10	25	24	4	5	22	18	3	7	7	9
Caminhonete	4	2	2	0	2	18	8	34	22	19	20	23
Carro	518	413	954	958	932	948	911	772	953	823	917	942
Charrete	4	7	18	23	14	25	18	27	19	21	19	23
Moto, bicicleta, carrinho de mão, a pé	5	3	30	60	23	45	68	83	44	38	30	32

No Ecoponto de Rio Claro (SP) os resíduos são transportados por carroceiros ou pessoas com veículos motorizados (carros, caminhonetes e outros) e, em alguns casos, os usuários também utilizam carrinhos de mão (Marcucci, 2017), sem que seja quantificados. No referido Ecoponto, ainda segundo o autor, existe rampa de acesso para veículos, construídas para que os mesmos tenham mais facilidade para o despejo do material, nos contêineres.

Análise SWOT

A matriz SWOT analisa no ambiente interno, as forças e fraquezas, e no externo, as oportunidades e ameaças. A análise foi desenvolvida com os funcionários da prefeitura de Pelotas, encarregados pelos três ecopontos do município. A presença de funcionários nos Ecopontos de Pelotas visa orientar o munícipe a separar e descartar corretamente os resíduos sólidos entregues, mantendo a ordem do local, para que não sejam depositados resíduos não permitidos e para que apenas pequenos geradores utilizem o serviço.

Com relação ao ambiente interno, quadro 2, o objetivo é a identificação dos principais pontos fortes e fracos da organização em determinado momento. Segundo Valim *et al.*, (2015) a identificação destes elementos fará com que a organização possa tirar maior proveito das forças, diminuindo o máximo possível as fraquezas existentes. Dessa forma, a avaliação das forças e fraquezas nos ecopontos da cidade de Pelotas, podem auxiliar na tomada de decisão, contribuindo para um sistema de gestão voltado a otimização das forças e redução das fraquezas.

Observa-se (Quadro 2) que ao ressaltarem como “força” que o ecoponto promove a retirada dos entulhos da rua, enfatiza-se a importância ambiental deste tipo de coleta dos resíduos, o que também é ressaltado com as demais percepções apresentadas pelos entrevistados, que perpassam as questões ambientais e econômicas.

Ao apontarem que o resíduo descartado é de “qualidade”, evidenciam a importância do cidadão na colaboração da destinação dos resíduos sólidos gerados.

Ainda assim, a educação ambiental foi mencionada como uma “fraqueza” dos ecopontos, demonstrando a necessidade de ação pública neste sentido. A PNRS preconiza que o gerador tem responsabilidades sobre os resíduos gerados, devendo dar o encaminhamento adequado (BRASIL, 2010). Dessa forma, políticas voltadas para a expansão da educação ambiental devem ser desenvolvidas, buscando conscientizar a população sobre suas responsabilidades e consequências do gerenciamento inadequado dos resíduos, oportunizando o aumento do número de cidadãos que utilizam os pontos de entrega voluntária.

Quadro 2. Análise SWOT do ambiente interno (forças e fraquezas).

FORÇAS	FRAQUEZAS
Diminui os entulhos da rua	Divisão de tarefa nos ecopontos
Reduz os custos com a destinação	Divulgação dos ecopontos
Destinação ambientalmente correta	Educação ambiental
Qualidade do resíduo	Educação social
Quantidade do resíduo	Organização
Melhor para o meio ambiente	Segurança dos resíduos com valoração econômica

A análise externa identifica através de técnicas de monitoramento e de verificação as principais oportunidades e ameaças que se colocam diante da organização, pois mudanças externas a organização sempre acontece, entretanto, ter a percepção antecipada dessa mudança fará com que

se aproveite melhor as oportunidades e se tenha um menor impacto com as ameaças (VALIM et al., 2015). Dessa forma, com gestores conscientes sobre as oportunidades e ameaças externas dos ecopontos, é possível que estes pontos de entrega se organizem de tal forma a minimizar os eventuais inconvenientes que possam ocorrer.

Quadro 3. Análise SWOT do ambiente externo (oportunidades e ameaças).

OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
Aumentar a quantidade de ecopontos	Falta de segregação
Educação ambiental para a população	Falta de políticas públicas
Consistência na entrega	Falta de conscientização
Localização dos novos ecopontos	Falta de participação da população
	Ingerência
	Resíduos sem valoração econômica

A educação ambiental não foi só vista como uma “fraqueza”, mas também como uma “oportunidade” de disseminação do conhecimento sobre a importância da população no gerenciamento dos resíduos sólidos. Sendo assim, através da instalação dos ecopontos, a população passa a ter conhecimento sobre esta forma de coleta dos resíduos e da importância do seu papel para promover a adequada disposição final dos resíduos sólidos.

Uma outra “oportunidade” mencionada foi a localização dos novos ecopontos, organizados em pontos estratégicos, de forma que facilitem a entrega dos resíduos em toda a cidade. Dessa forma, mais resíduos poderão ser coletados e encaminhados para uma destinação final ambientalmente segura, além de facilitar o deslocamento do cidadão até os pontos de entrega.

Quanto às “ameaças” os resultados apontam que a participação consciente da população condicionará a efetividade dos pontos de entregas voluntárias em Pelotas, a qual está relacionada à responsabilidade da administração municipal em implementar políticas públicas que fomentem a iniciativa.

Ressalta-se que a Educação ambiental também é apontada como uma oportunidade, corroborando com a percepção de que esta conscientização condiciona a participação popular.

Considerações Finais

Os resultados apontam que os ecopontos da cidade de Pelotas fornecem um local apropriado para a destinação final dos resíduos gerados nos domicílios. Cabendo ao gerador a consciência ambiental de fornecer a destinação adequada aos resíduos que foram gerados, fortificando o sistema de pontos de coleta voluntária. No entanto, políticas públicas municipais são fundamentais para o engajamento da população e manutenção do sistema.

Desta forma, conclui-se que o emprego da matriz SWOT é uma eficiente ferramenta de análise do gerenciamento dos ecopontos de Pelotas, mostrando-se um importante instrumento para o planejamento e tomada de decisões de políticas públicas municipais.

Este estudo não teve a pretensão de esgotar o assunto sobre o emprego de ferramentas de análises de políticas públicas voltadas aos pontos de entregas voluntárias de resíduos sólidos, mas contribuiu com elementos técnicos que somados a outros, poderão orientar a tomada de decisão com relação ao gerenciamento dos RSU municipais.

Agradecimentos

Os Autores gostariam de agradecer a Universidade Federal de Pelotas pelo apoio recebido.

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, Luziane Bartolini.; 2016. Resíduos sólidos urbanos: uma abordagem da relevância, caracterização e impactos em Três Lagoas, MS. Dissertação de Mestrado.

Associação Brasileira De Empresas De Limpeza Pública e Resíduos Especiais.; 2020. Panorama Nacional dos Resíduos Sólidos. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/>. Acesso em: 06 de julho de 2021.

Bozzini, A. C.; 2019. A matriz SWOT como ferramenta para subsidiar a criação de consórcio intermunicipal na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos na microrregião da baixa Mogiana, MG. Tese apresentada à Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP), Programa de Doutorado em Tecnologia Ambiental, do Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnologias.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 3 ago. 2010, Seção 1, p.3.

Chiavenato, I.; Sapiro, A.; 2003. Planejamento Estratégico: fundamentos e aplicações. ed. 13ª tiragem. Rio de Janeiro: Elsevier.

De Almeida, V.C.; 2020. Coleta seletiva de resíduos sólidos em Fortaleza-CE: Uma avaliação do ecoponto do Bairro de Fátima. Dissertação apresentada à coordenação do Programa de Pós-Graduação em Avaliação de Políticas Públicas da Universidade Federal do Ceará (UFC). FORTALEZA 2020.

Duarte, S. P. R. et al.; 2020. Atualização de mapa territorial em Unidade Básica de Saúde, com utilização de técnica de geoprocessamento: um relato de experiência. Anais do Seminário Tecnologias Aplicadas a Educação e Saúde, (p. 1-6).

Geus. L. M., Moura. E. N., Garcias. C. M.; 2019. Uso do SIG como suporte à definição da localização de pontos de entrega voluntária de resíduos de construção e demolição. Revista Tecnologia e Sociedade, (v. 15, p. 23-39)

GIL, A. C.; 2008. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas.

Igor Ansoff, "A nova estratégia empresarial". São Paulo: Atlas, 1990. Igor Ansoff, Edward J. McDonnell, "Implantando a administração estratégica". 2. ed. São Paulo: Atlas, 1993.

Klein, F. B.; Dias, S. L. F. G.; 2017. A deposição irregular de resíduos da construção civil no município de São Paulo: um estudo a partir dos instrumentos de políticas públicas ambientais. Desenvolvimento e Meio ambientes, (v. 40, p. 483-506)

Laurence Bardin, Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011, 229 p.

Lei nº 6.900, de 7 de abril de 2021. Torna obrigatório ao Município de Pelotas, em caráter preferencial, realizar o encaminhamento de bens móveis de uso doméstico [...] registradas no Cadastro Único. Pelotas, 2021.

Marcucci, J.C. Limites e possibilidades para o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos : o exemplo dos ecopontos no município de Rio Claro (SP) - Rio Claro, 2017 Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Mukeshimana, M.C.; Zhao Z.; Nshimiyimana, J.P. 2021. Evaluating strategies for renewable energy development in Rwanda: An integrated SWOT e ISM analysis. Renewable Energy (v.176, p. 402-414)

Paes, L.A.B; Bezerra, B.S; Deus, R.M; Jugend, D.; Battistelle, R.A.G. 2019. Organic solid waste management in a circular economy perspective e A systematic review and SWOT analysis. Journal of Cleaner Production (v. 239, p. 1-12).

Pasquino, G.; 2010. Curso de ciência política. Lisboa: Principia, (p. 302).

PELOTAS. Ecopontos receberam mais de 2 mil contêineres de resíduos em 2017. Prefeitura Municipal de Pelotas. 2018. Disponível em: <<https://www.pelotas.com.br/noticia/ecopontos-receberam-mais-de-2-mil-containers-de-residuos-em-2017>> Acesso em: 10 jul. 2021.

Ramos, R. R.; 2013. Gestão de resíduos sólidos urbanos: indicadores de sustentabilidade aplicados a programas de gestão e associações de catadores de materiais recicláveis. Geografia (Londrina), (v. 22, p. 27-45).

Raupp, E. B. ; Carvalho, C. M. ; Araujo, R. K. ; Rocha, N. S.; 2018. Gestão de resíduos e a análise SWOT: Estudo de caso em uma organização de maquinaria agrícola. Scientia Cum Industria, (v. 6, p. 17-26).

RIO CLARO. Ecopontos. Documento não paginado. Disponível em: <<http://www.rioclaro.sp.gov.br/servicos/#modal-ecopontos> > Acesso em: 10 jul. 2021.

Rosado, L.P.; Penteado, C.S.G.; 2018. Análise da eficiência dos Ecopontos a partir do georreferenciamento de áreas de disposição irregular de resíduos de construção e demolição. Sociedade e Natureza, (v. 30, p. 164-185). Disponível em: Acesso em 09 jul. 2021.

Schalch, V.; Castro, F. C. C.; Gomes, G. M.; Ferreira, L. C.; Killer, N. A.; Trindade, T. C. G.; 2017. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos de Significativo Impacto Ambiental: Casa Branca, SP. EESC/USP. São Carlos, SP.

- Secchi, L.; 2012. Políticas públicas: conceitos, esquemas de análise, casos práticos. São Paulo: Cengage Learning, (p. 2).
- Speth, G.; Peres, L. E. S.; Wollmann, L.; Domingues, Q. R.; Giacom-Ribeiro, B. M.; 2020. Conflitos do uso de solo em Áreas de Preservação Permanente em Candelária (RS). Ciência e Natura, (v. 42, p. 1-15).