

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Fábio Pazin Miwa

**ANÁLISE DA PROBLEMÁTICA DO REÚSO DA ÁGUA
CINZA EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS**

Porto Alegre
julho 2011

FÁBIO PAZIN MIWA

**ANÁLISE DA PROBLEMÁTICA DO REÚSO DA ÁGUA
CINZA EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Dieter Wartchow

Porto Alegre

julho 2011

FÁBIO PAZIN MIWA

**ANÁLISE DA PROBLEMÁTICA DO REÚSO DA ÁGUA
CINZA EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 18 de julho de 2011

Prof. Dieter Wartchow
Dr. pela Universidade de Stuttgart/Alemanha
Orientador

Profa. Carin Maria Schmitt
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dieter Wartchow (UFRGS)
Dr. pela Universidade de Stuttgart/Alemanha

Eng. Pedro Pompeu Corrêa
Mestre pela Universidade Politécnic da Catalunha/Espanha

Enga. Viviane Trevisan (IPH/UFRGS)
Dra. pela UFRGS

Dedico este trabalho a minha família, em especial a meus pais, Wanda e Roberto, que alimentaram cérebro e coração, e para Flávia, que cuida muito bem de ambos.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dieter Wartchow, orientador deste trabalho, que se portou como só os mestres o fazem. Pelo conhecimento, pela paciência, pela compreensão.

À professora Carin, pelo tempo dedicado em favor do meu conhecimento.

Aos meus pais, Roberto e Wanda, por cada minuto da vida de vocês que tenha sido em função de me apoiar, incentivar e colaborar. À minha mãe, por cada palavra de carinho, cada telefonema pra matar a saudade e que, mesmo a distância, esteve ao meu lado desde que iniciei minha jornada e, se hoje posso iniciar uma nova etapa em minha vida, sei que devo muito a você! Ao meu pai, por todos os sacrifícios feitos em prol de minha formação. Obrigado por todo amor que me deram... Amo vocês! Esta conquista é nossa!

À minha avó Wanda, que entre o aroma da cozinha, com suas delicias preparadas, sempre conseguiu melhorar o meu dia.

Ao meu avô Armando, como eu definiria avô tão especial se o muito que eu escreva pouco diria de ti?

À minha irmã Clívia, por cada palavra de apoio e estímulo, por toda ajuda prestada e por todos os passeios com a Mosa e com o Preto. Obrigado por tudo! Amo você. Conte comigo.

Ao meu cunhado Diego e sua mãe Dilú, por todo apoio e vários momentos de lazer que pude compartilhar com vocês, esquecendo-me dos problemas e dificuldades por que passava.

À Flávia, o grande amor da minha vida, minha companheira e amiga, porque soube tolerar e compreender o meu estranho mau humor em determinados momentos deste trabalho, com sabedoria. És única e não há palavras que consigam demonstrar todo agradecimento que tu mereces por esta minha conquista. Obrigado pelo apoio desde o início, suportando a distância e nunca me deixando desistir dos sonhos. Mais do que tudo, obrigado pela cumplicidade que tiveste desde o início e mais ainda agora, no final desta jornada. Sem ti não teria sido possível. Agradeço a Deus por ter sido abençoado com tua presença em minha vida. Te amo!

À Ivanisa, minha querida madrinha, que tanto me ajudou e incentivou como se fosse minha segunda mãe.

À Denise e ao Lúcio, que me acolheram junto a suas vidas e me proporcionaram tanta atenção, amor e carinho como se eu estivesse em sua família desde sempre. Muito obrigado pelos fantásticos almoços de domingo, que para mim eram, e ainda são, verdadeiras reuniões em família.

À Dona Lya, que praticamente me adotou como um neto, conseguindo transmitir calma, serenidade e sabedoria de uma verdadeira avó. Obrigado por todo carinho.

Às minhas cunhadas, Melissa e Letícia, por me perdoarem de ter “monopolizado” a Flávia por tanto tempo e por saber que vocês torceram por mim.

À todo o pessoal da Incorp, Míster, Cris, Diei, Marcela(s), Gabi, Moisés, André, Pedro, Ernesto, Tati, Luciano, Bárbara, Aline, Sá e Leonardo, que desde o início me receberam verdadeiramente como colega e hoje posso me sentir entre amigos. Vocês são muito importantes para mim!

Aos meus amigos, Thiago, Alberto, Pety, Nina, Álida, Índio, Castor, Fernanda, Titi, Felispo, Abílio, Duda e tantos outros “baloons” espalhados pelo mundo, por compreenderem minha ausência nesta “indiada” e mesmo assim me darem apoio nas horas certas.

À Mosa e à Lólis (*in memoriam*), companheiras eternas, sempre ao meu lado, me dando força e me ensinando a evoluir para um ser humano melhor. Não há palavras para expressar toda a gratidão que sinto por vocês. Estarão sempre em meu coração.

A Deus, por me dar equilíbrio e ter me iluminado em mais uma jornada.

Se o conhecimento pode criar problemas, não é através da
ignorância que podemos solucioná-los.

Isaac Asimov

RESUMO

MIWA, F. P. **Análise da Problemática do Reúso da Água Cinza em Edificações Residenciais**. 2011. 57 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Este trabalho discorre sobre o reúso de água e a legislação pertinente a mesma, fazendo uma análise da aplicabilidade da lei no contexto do Município de Porto Alegre. Esta pesquisa aborda somente o reúso de águas cinzas geradas em edificações novas e para fins não potáveis. O uso será restrito a atividades menos nobres e suas aplicações de reúso serão as especificadas segundo a Lei Municipal n. 10.506, de 5 de agosto de 2008, que estipula o reúso de águas cinzas em edificações somente em descargas de vasos sanitários e mictórios. Buscar-se-á analisar se é possível o total atendimento dos requisitos da legislação existente por parte dos usuários, sendo que esta descrição foi desenvolvida de forma a avaliar o grau de dificuldade que o usuário tem para atender corretamente todos os requisitos da Lei Municipal n. 10.506 de Porto Alegre. A partir da revisão da literatura que trata da questão do reúso, analisou-se tanto a parametrização quali-quantitativa da água cinza quanto à definição das exigências mínimas da qualidade da água para reúso.

Palavras-chave: água cinza; água servida; reúso de água.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: diagrama das etapas do trabalho..... | 17 |
|--|----|

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1: associação entre os usos da água e requisitos de qualidade..... | 27 |
| Quadro 2: parâmetros de qualidade da água de reúso segundo a NBR 13969 e FIESP..... | 29 |
| Quadro 3: características físicas, químicas e bacteriológicas das águas cinzas provenientes de banheiros brasileiros..... | 33 |
| Quadro 4: características físicas, químicas e bacteriológicas das águas cinzas provenientes de edifício residencial..... | 34 |
| Quadro 5: média dos resultados qualitativos das amostras das águas cinzas coletadas em chuveiros..... | 35 |
| Quadro 6: relação entre o tipo de reúso e os riscos a saúde associados ao reúso..... | 37 |

LISTA DE SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

Conama: Conselho Nacional do Meio Ambiente

COT: carbono orgânico total

DBO: demanda bioquímica de oxigênio

DQO: demanda química de oxigênio

FIESP: Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

NMP: número mais provável

PCA: Programa de Conservação da Água

SDT: sólidos dissolvidos totais

SS: sólidos suspensos

SST: sólidos suspensos totais

UFC: unidades formadoras de colônia

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

WHO: *World Health Organization* (Organização Mundial da Saúde)

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 MÉTODO DE PESQUISA | 15 |
| 2.1 QUESTÃO DE PESQUISA..... | 15 |
| 2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO..... | 15 |
| 2.2.1 Objetivo principal | 15 |
| 2.2.2 Objetivo secundário | 15 |
| 2.3 HIPÓTESE | 16 |
| 2.4 PREMISSE | 16 |
| 2.5 DELIMITAÇÕES | 16 |
| 2.6 LIMITAÇÕES | 16 |
| 2.7 DELINEAMENTO..... | 17 |
| 3 SUSTENTABILIDADE E REÚSO DA ÁGUA | 19 |
| 3.1 SUSTENTABILIDADE..... | 19 |
| 3.2 REÚSO DA ÁGUA..... | 21 |
| 3.2.1 Exigências da água não potável | 22 |
| 3.2.2 Classificação quanto ao reúso da água | 24 |
| 3.2.3 Classificação quanto à qualidade da água de reúso | 25 |
| 4 ÁGUAS CINZAS | 30 |
| 4.1 CONCEITO DE ÁGUA CINZA | 30 |
| 4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA CINZA | 31 |
| 4.3 RISCOS NA UTILIZAÇÃO DA ÁGUA CINZA EM EDIFICAÇÕES..... | 36 |
| 5 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS ATUAIS NORMAS, LEGISLAÇÕES E PADRÕES VIGENTES NO REÚSO EM EDIFICAÇÕES | 38 |
| 5.1 LEGISLAÇÃO E NORMAS..... | 38 |
| 5.2 A PROBLEMÁTICA NO ATENDIMENTO À LEGISLAÇÃO | 42 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 45 |
| REFERÊNCIAS | 49 |
| ANEXO A | 52 |

1 INTRODUÇÃO

Em razão da escassez, a água se insere entre os elementos que causam maior preocupação aos ambientalistas do mundo todo. O uso da água está intimamente ligado ao desenvolvimento da humanidade e, por muito tempo, foi considerado um recurso infinito. Apenas há algumas décadas é que se despertou para a realidade adversa de que, diante dos maus usos, é preciso acabar com a falsa idéia de que a água é inesgotável (DANTAS NETO, 2008, p. 3).

Historicamente pode-se notar cada vez mais uma preocupação com a escassez dos recursos naturais. Com a crescente conscientização de que a água é um bem finito, fica mais visível o fato de que a sua disponibilidade está sujeita às condições do meio antrópico. Tais condições, relacionadas à ação do homem, podem comprometer o atendimento das demandas de consumo urbano, industrial e agrícola. Para se evitar tal comprometimento é necessária a aplicação de ações de conservação que possam conduzir à economia de água da bacia hidrográfica e dos sistemas públicos e prediais de abastecimento (SANTOS; FROEHNER, 2007, p. 25).

Uma das ações de conservação da água é a aplicação de medidas como o reúso da água. Conforme o guia de Conservação e Reúso da Água em Edificações (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005, p. 12), a água de reúso é a “[...] água residuária que se encontra dentro dos padrões exigidos para a sua utilização.”. Mais especificamente, segundo Carneiro (2008, p. 3), “O reúso pode ser entendido como o aproveitamento de uma água já utilizada previamente, seja para atender a um uso igual ao anterior, seja para atender a outra modalidade de uso, o que pode incluir ou não um tratamento prévio e o seu planejamento, [...]”.

Uma das fontes de água de reúso, além das águas negras (urina e fezes), são as denominadas águas cinzas. Segundo a FIESP (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005, p. 12) a definição de água cinza é:

[...] todo o efluente que não possui contribuição da bacia sanitária, ou seja, o esgoto gerado pelo uso de banheiras, chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar roupas e pias de cozinha em residências, escritórios comerciais, escolas, etc. No entanto, é importante ressaltar que, como na cultura brasileira é comum a utilização das pias de cozinha como local de despejo de restos de alimentos, provocando no efluente

grande concentração de matéria orgânica, o efluente oriundo da pia de cozinha não será caracterizado no texto como água cinza para água de reúso.

As palavras-chave para se pensar na sustentabilidade dos recursos hídricos são conservação e reúso (FIORI et al., 2006, p. 20). Para isso, segundo Carneiro (2008, p. 1), “[...] é necessária a consolidação do entendimento do reúso de águas como instrumento adicional de gestão de recursos hídricos e a difusão desse conhecimento para que sua prática seja mais presente no cotidiano dos usuários.”.

Baseado no fato de que a redução do consumo de água nas edificações, através do reúso de águas cinzas para fins menos nobres, como o abastecimento das caixas de bacias sanitárias, lavagem de pisos e até, em alguns casos, irrigação de jardins, minimiza a crise já instalada no abastecimento de água, surgiram propostas legislativas a respeito do assunto. Isso pode ser observado ao constatar-se que diversos municípios já dispõem de programas específicos de conservação e reúso de água.

Este trabalho apresenta importância na medida em que traz informações pertinentes e úteis para o planejamento e gestão de recursos hídricos, pois tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica acerca de leis, normas e programas relativos ao reúso de águas cinzas.

Visando apontar as principais dificuldades que o usuário encontra para atender os requisitos da legislação, o trabalho está focado no reúso de águas cinzas para fins não potáveis em edificações residenciais e na caracterização quali-quantitativa das águas cinzas tratadas.

Para tanto, este trabalho é apresentado em seis capítulos. Após a introdução, segue-se o segundo capítulo, no qual é apresentado o método de pesquisa e que descreve a questão de pesquisa, os objetivos do trabalho, a hipótese, as delimitações e o delineamento da pesquisa.

O terceiro capítulo, no qual a água é contextualizada em sua importância para o desenvolvimento da sociedade, apontando a relevância de seu uso de maneira sustentável para que se possa garantir as suas mais variadas formas de demanda, também versa sobre a água de reúso, definindo-a e caracterizando-a, mostrando a importância de utilizá-la para a preservação da água potável. No quarto capítulo trata-se da conceituação e caracterização da água cinza, revelando alguns parâmetros de diferentes tipos de águas residuárias e os riscos envolvidos em reutilizá-las. No quinto capítulo são feitas algumas considerações sobre as atuais normas, legislação e padrões vigentes no reúso de água em edificações, discorrendo

sobre a legislação pertinente e a dificuldade em atendê-la. Por último, no sexto capítulo, encontram-se as considerações finais.

2 MÉTODO DE PESQUISA

Para a elaboração do presente trabalho foram definidas as seguintes diretrizes que determinaram o seu desenvolvimento.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa deste trabalho é: analisando-se a legislação atual sobre o reúso de água cinza em edificações residenciais, é possível o total atendimento dos requisitos da lei por parte do usuário?

2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

Os objetivos do trabalho estão classificados em principal e secundários e são apresentados nos próximos itens.

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal deste trabalho é a avaliação do grau de dificuldade do usuário para atender aos requisitos da legislação.

2.2.2 Objetivo secundário

Os objetivos secundários deste trabalho, em relação ao reúso de água em edificações residenciais, são:

- a) caracterização quali-quantitativa da água cinza tratada;

- b) identificação de questões problemáticas para o correto atendimento da legislação.

2.3 HIPÓTESE

A hipótese do trabalho é que, mesmo havendo regulamentação, nas condições atuais, a lei municipal não se apresenta viável socioeconomicamente e nem técnico-operacionalmente aplicável.

2.4 PREMISSA

O trabalho tem por premissa que o uso consciente dos recursos hídricos naturais e a diminuição da demanda de água tratada pelos sistemas públicos de abastecimento são essenciais para a redução de custos dos usuários e manutenção, a longo prazo, dos mananciais. Também é premissa que ainda não há regulamentação que defina o reúso da água cinza em edificações residenciais e tampouco defina padrões mínimos de qualidade para cada tipo de reúso da água cinza.

2.5 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se apenas às águas cinzas geradas em novas edificações residenciais, no município de Porto Alegre.

2.6 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho:

- a) ausência de norma técnica específica que regule tanto o reúso da água cinza, quanto o seu tratamento;
- b) escassez de casos de obras já realizadas que atendam completamente às normas ou legislação.

2.7 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir, as quais estão representadas na figura 1 e detalhadas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) compreensão e análise da questão de pesquisa;
- c) definição das características e propriedades das águas cinzas tratadas;
- d) levantamento e interpretação da legislação;
- e) análise da problemática do reúso de águas cinzas;
- f) considerações finais.

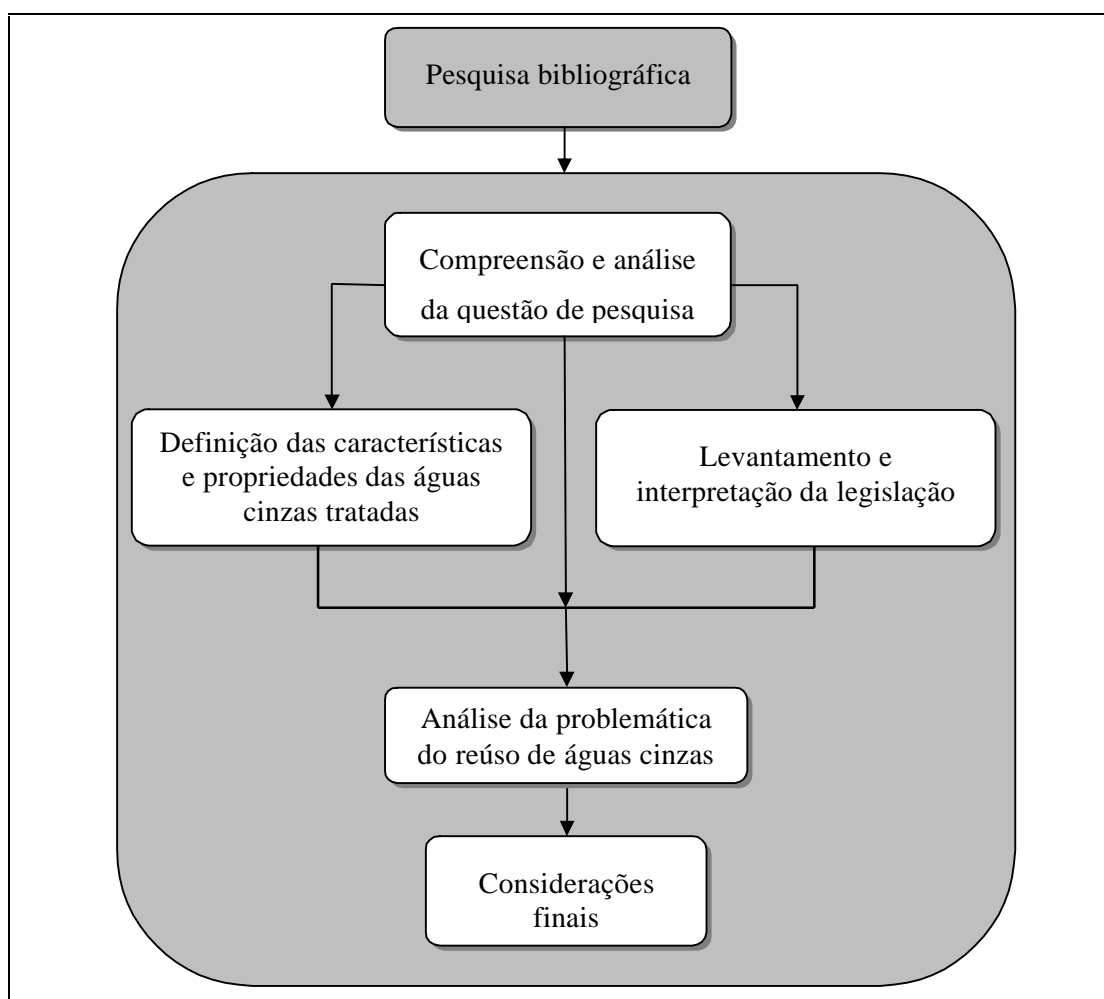


Figura 1: diagrama das etapas do trabalho

A **pesquisa bibliográfica** foi realizada através da exploração do material bibliográfico disponível (livros, teses, dissertações, pesquisas, etc.), com o objetivo de aprofundar o

conhecimento sobre a questão de pesquisa, reunindo informações sobre leis, normas, programas, etc., voltados ao reúso da água cinza e as implicações com seus usuários. Esta atividade foi desempenhada durante todo o período de desenvolvimento da pesquisa, fornecendo o embasamento teórico do trabalho.

A **compreensão e análise da questão de pesquisa** consistiram na identificação e conhecimento dos fatores e variáveis relacionados à legislação referente a programas de conservação da água e à problemática que envolve cumpri-los adequadamente.

No **levantamento e interpretação da legislação** buscou-se o embasamento legal pertinente ao assunto tratado, relacionando as diversas fontes normativas e regulamentadoras com a temática do reúso da água cinza.

A **definição das características e propriedades das águas cinzas tratadas** serviu para estabelecer um padrão ou classificação das águas cinzas, identificando as diferentes classes referentes à qualidade e uso da água obtida com o tratamento.

Com as **considerações finais** verificou-se a validade ou não da hipótese formulada para a questão de pesquisa, apontando os aspectos mais críticos no que se refere ao atendimento das normas e leis referentes ao reúso da água.

3 SUSTENTABILIDADE E REÚSO DA ÁGUA

De acordo com a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (2005, p. 10),

A água se constitui, atualmente, no fator limitante para o desenvolvimento mundial, tendo em vista que a disponibilidade *per capita* de água doce vem sendo reduzida rapidamente, face ao aumento gradativo da demanda para seus múltiplos usos e à contínua poluição dos mananciais ainda disponíveis.

Os recursos hídricos têm sido amplamente explorados, ocorrendo paralelamente à uma alta degradação hídrica, o que compromete as demandas de consumo urbano, industrial e agrícola, evidenciando a escassez e o desabastecimento de água, as quais são preocupações cada vez maiores. Como cita Nascimento (2009, p. 18), “Quanto mais alto o nível de desenvolvimento do país, mais água é utilizada para fins industriais e urbanos e menos para agricultura.”. O forte crescimento populacional, junto ao êxodo rural ocorrido nas últimas décadas, também acarretam demandas crescentes de água, criando uma incompatibilidade frente à capacidade natural de renovação dos mananciais de abastecimento e aumentando os custos de tratamento da água.

A sociedade e a economia de consumo atual são fortemente marcadas pela idéia de que os recursos são infinitos, havendo muito desperdício. Mas em um cenário em que várias regiões do mundo já apresentam a saturação na exploração dos recursos naturais, felizmente começa a ser crescente a conscientização ambiental, na qual a cultura do usar e descartar está sendo substituída pelo uso racional de todo e qualquer recurso, promovendo a sustentabilidade.

3.1 SUSTENTABILIDADE

A Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (2005, p. 10) avalia que:

Para restabelecer o equilíbrio entre oferta e demanda de água e garantir a sustentabilidade do desenvolvimento econômico e social, é necessário que métodos e sistemas alternativos modernos sejam convenientemente desenvolvidos e aplicados em função de características de sistemas e centros de produção específicos. Nesse sentido, reúso, reciclagem, gestão da demanda, redução de perdas e minimização da geração de efluentes se constituem, em associação às práticas conservacionistas, nas

palavras-chave mais importantes em termos de gestão de recursos hídricos e de redução da poluição.

Assim, a ideia de **substituição de fontes** surge como uma alternativa para que as demandas menos restritivas sejam atendidas, reservando as águas de melhor qualidade para usos mais nobres, promovendo a sustentabilidade dos recursos hídricos. Em 1958, através do relatório e/3058steca/50, emitido pelo *Water for Industrial Use Economic and Social Council*, divulgado pelo Conselho Econômico e Social das Nações Unidas (UNITED NATIONS, 1958 apud HESPANHOL, 2002, p. 76), estabeleceu-se uma política de gestão para áreas carentes de recursos hídricos, que suporta este conceito: “A não ser que exista grande disponibilidade, nenhuma água de boa qualidade deve ser utilizada para usos que toleram águas de qualidade inferior.”.

Hespanhol (2002, p. 76) ainda explica que:

As águas de qualidade inferior, tais como efluentes de processos industriais, bem como de esgotos, particularmente os de origem doméstica, águas de drenagem de pátios e agrícola, e águas salobras, devem, sempre que possível, ser consideradas como fontes alternativas para usos menos restritivos. O uso de tecnologias apropriadas para o desenvolvimento dessas fontes constitui hoje, em conjunção com a melhoria da eficiência do uso e o controle da demanda, na estratégia básica para a solução do problema da falta universal de água.

Procurando entender a idéia do uso otimizado, deve-se observar a evolução do conceito de uso racional da água para que haja maior conscientização da conservação deste recurso. Em edificações, o uso racional da água deve ser implementado de forma que as intervenções realizadas sejam sistemáticas. O amplo conhecimento do sistema gera resultados nas ações de redução de consumo, garantindo mínimo desperdício e a qualidade necessária à realização das atividades consumidoras. Este sistema atua somente na demanda de água da edificação e, para que ocorra o uso racional para a conservação da água, a gestão tanto da demanda quanto da oferta de água devem ser gerenciadas de forma que as águas de qualidade inferior sejam destinadas a usos menos nobres, salvaguardando a água potável (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005, p. 19).

Dessa forma, fica clara a importância e necessidade do reaproveitamento da água em edificações através do reúso da mesma sempre que possível, de modo a minimizar seu consumo e objetivar sua sustentabilidade.

3.2 REÚSO DA ÁGUA

Como já apresentado inicialmente, conforme a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (2005, p. 12), por definição, “A água de reúso é a água residuária que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização.”. Portanto, a destinação dada à água de reúso estará vinculada à qualidade do efluente reutilizado, seja ele previamente tratado ou não. Carneiro (2008, p. 3) complementa esta colocação afirmando que:

O reúso de águas está associado a processos desenvolvidos para obtenção de águas cujas características qualitativas possam atender aos fins pretendidos, e que, por óbvio, dependem de seu uso anterior, no entanto, a prática do reúso de águas pode não estar associada a qualquer tratamento prévio.

Segundo Brega Filho e Mancuso (2003, p. 22) e Carneiro (2008, p. 3), a definição precisa da expressão **reúso de águas** esta vinculada a dificuldade de se determinar o momento a partir do qual se admite que o reúso tenha sido realizado, o que não é de fácil conclusão. Tal dificuldade se explica pela prática comum de se despejar esgotos, tratados ou não, em corpos hídricos, sendo que estes mesmos corpos hídricos são fonte de abastecimento de outras cidades. Logo, a cidade, indústria ou agricultor que capta esta água já está reusando-a por mais vezes.

Entender o conceito e a importância do reúso da água é imprescindível, pois a reutilização da água é uma poderosa ferramenta para preservar a água potável, resguardando o uso de águas de maior qualidade exclusivamente para o atendimento das necessidades que exijam a sua potabilidade para o abastecimento humano (FIORI et al., 2006, p. 21). Sendo assim, a água de reúso seria destinada para fins menos nobres que dispensem alto grau de tratamento.

No caso do presente trabalho a abordagem sobre o reúso será relativa ao reúso doméstico em edificações residenciais e, para melhor entender o conceito de **reúso doméstico**, adota-se a definição do guia da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (2005, p. 15, grifo do autor):

Reúso doméstico: [é] o aproveitamento das águas residuárias residenciais provenientes dos usos domésticos que apresentem pouca matéria orgânica, como banho e higiene pessoal, para atividades de lavanderia, descargas em bacias sanitárias, rega de jardim e outras atividades menos nobres.

Para melhor entender a questão do reúso da água, serão abordados, nos itens a seguir, as exigências da água não potável, as diversas classificações quanto ao reúso e qualidade da água de reúso.

3.2.1 Exigências da água não potável

De acordo com a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (2005, p. 51), em edificações, o uso da água não potável deve atender as seguintes exigências mínimas em função das diferentes atividades a serem realizadas nas edificações:

a) água para irrigação, rega de jardim, lavagem de pisos,

- não deve apresentar mau-cheiro;
- não deve conter componentes que agridam as plantas ou que estimulem o crescimento de pragas;
- não deve ser abrasiva;
- não deve manchar superfícies;
- não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana;

b) água para descarga em bacias sanitárias,

- não deve apresentar mau-cheiro;
- não deve ser abrasiva;
- não deve manchar superfícies;
- não deve deteriorar os metais sanitários;
- não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana;

c) água para refrigeração e sistema de ar condicionado,

- não deve apresentar mau-cheiro;
- não deve ser abrasiva;
- não deve manchar superfícies;
- não deve deteriorar máquinas;
- não deve formar incrustações;

d) água para lavagem de veículos,

- não deve apresentar mau-cheiro;
- não deve ser abrasiva;
- não deve manchar superfícies;
- não deve conter sais ou substâncias remanescentes após secagem;
- não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana;

e) água para lavagem de roupa,

- deve ser incolor;
- não deve ser turva;
- não deve apresentar mau-cheiro;
- deve ser livre de algas;
- deve ser livre de partículas sólidas;
- deve ser livre de metais;
- não deve deteriorar os metais sanitários e equipamentos;
- não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana;

f) água para uso ornamental,

- deve ser incolor;
- não deve ser turva;
- não deve apresentar mau-cheiro;
- não deve deteriorar os metais sanitários e equipamentos;
- não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana;

g) água para uso em construção civil (na preparação de argamassas, concreto, controle de poeira e compactação de solo),

- não deve apresentar mau-cheiro;
- não deve alterar as características de resistência dos materiais;
- não deve favorecer o aparecimento de eflorescências de sais;
- não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

3.2.2 Classificação quanto ao reúso da água

Há diversas classificações para o reúso da água. Carneiro (2008, p. 3) considera que "De modo geral, o reúso de águas pode ser direto ou indireto, com ações planejadas (intencionais) ou não planejadas (não intencionais)". A Organização Mundial da Saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1973, p. 11) ainda é mais específica, pois classifica o reúso em:

- a) **reúso indireto**: ocorre quando a água já utilizada uma ou mais vezes para propósitos domésticos ou industriais é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente de forma diluída;
- b) **reúso direto**: o uso planejado e deliberado do esgoto tratado para propósitos benéficos, tais como irrigação, indústria, recarga de aquíferos e água potável;
- c) **reciclagem interna**: o reúso da água ocorre dentro do complexo industrial com a finalidade de conservação (economia) e controle da poluição da água.

Por outro lado, tendo em vista a padronização dos conceitos, Lavrador Filho¹ (1987 apud BREGA FILHO; MANCUSO, 2002, p. 25) utiliza a seguinte terminologia:

- a) **reúso de água**: é o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir as necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original. Pode ser direto ou indireto, bem como decorrer de ações tanto planejadas quanto não planejadas;
- b) **reúso indireto não planejado de água**: é o que ocorre quando a água, já utilizada uma ou mais vezes em alguma atividade humana, é descarregada no meio ambiente e novamente utilizada a jusante, em sua forma diluída, de maneira não intencional e não controlada. Nesse caso, o reúso da água é um subproduto não intencional da descarga a montante. Após sua descarga no meio ambiente, o efluente será diluído e sujeito a diversos processos como autodepuração, sedimentação, entre outros, além de eventuais misturas com outros despejos advindos de diferentes atividades humanas;
- c) **reúso planejado de água**: é o que ocorre quando o reúso é resultado de uma ação humana consciente, adiante do ponto de descarga do efluente a ser usado de forma direta ou indireta. O reúso planejado das águas pressupõe a existência de um sistema de tratamento de efluentes que atenda aos padrões de qualidade requeridos pelo novo uso que se deseja fazer da água. A reutilização de água planejada também pode ser denominada reúso intencional da água;
- d) **reúso indireto planejado de água**: é o que ocorre quando os efluentes, depois de convenientemente tratados, são descarregados de forma planejada nos corpos d'água superficiais ou subterrâneos, para serem utilizados a jusante em sua forma diluída e de maneira controlada, no intuito de algum uso benéfico;
- e) **reúso direto planejado de água**: é o que ocorre quando os efluentes, após devidamente tratados, são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga

¹ LAVRADOR FILHO, J. **Contribuição para o entendimento do reúso planejado da água e algumas considerações sobre suas possibilidades no Brasil**. 1987. 191 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

até o local do reúso. Assim, sofrem em seu percurso os tratamentos adicionais e armazenamentos necessários, mas não são, em momento algum, descarregados no meio ambiente;

- f) **reciclagem de água**: é o reúso interno da água, antes de sua descarga em um sistema geral de tratamento ou outro local de disposição, para servir como fonte suplementar de abastecimento do uso original. É um caso particular de reúso direto.

Para Westerhoff² (1984 apud BREGA FILHO; MANCUSO, 2002, p. 32) o reúso é classificado em duas grandes categorias: potável e não potável. Esta mesma classificação foi adotada pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES –, seção São Paulo, devido a sua praticidade e facilidade.

Baseando-se na orientação dos textos supracitados, pode-se definir o tipo de reúso de água cinza abordado neste trabalho como sendo um **reúso direto planejado de água para fins não potáveis**. Portanto nos próximos itens serão abordadas somente informações que se referem ao tipo de reúso da água cinza aqui classificada.

3.2.3 Classificação quanto à qualidade da água de reúso

A definição da qualidade da água de reúso é um aspecto importante que deve ser considerado para que seu uso atenda a um determinado fim e satisfaça a uma necessidade. Quando a qualidade da água é estipulada por um padrão normativo, são determinadas as suas características e, portanto, especificadas suas aplicações assim como sua viabilização e manutenção (GARCIA et al., 2007, p. 5).

Garcia et al. (2007, p. 5) explicam que a água de reúso, de acordo com a sua aplicação, tem sua qualidade e condição de uso definidos. Os autores citam ainda que “[...] o controle de qualidade objetiva o limite aceitável de impureza em conformidade com o produto de uma determinada aplicação.”.

É importante salientar que na relação qualidade/aplicação deve-se levar em conta o conceito de sustentabilidade, considerando sua viabilização técnica, econômica, política e ambiental (GARCIA et al., 2007, p. 5). Pois, de nada adiantaria buscar uma aplicação para a água de

² WESTERHOFF, G. P. An update of research needs for water reuse. In: WATER REUSE SYMPOSIUM, 3., 1984, California. **Proceedings**... San Diego: WaterReuse Association, 1984. p. 1731-1742.

reúso se, para alcançar a qualidade necessária ao seu uso, o processo se mostrasse muito oneroso, inviável tecnicamente ou ambientalmente condenável.

A água sofre alterações de propriedades nas condições naturais e também devido a ações diretas do homem. Dessa forma, quando se faz análise de água, deve-se associar seu uso aos requisitos mínimos exigidos para cada tipo de aplicação (GARCIA et al. 2007, p. 5). No quadro 1 destacam-se essas associações de forma sucinta.

| Uso geral | Uso específico | Qualidade requerida |
|----------------|--|---|
| Uso doméstico | - | Isenta de substâncias químicas prejudiciais a saúde; Isenta de organismos prejudiciais a saúde; Adequada para serviços domésticos; Baixa dureza; Esteticamente agradável. |
| Uso Industrial | Água incorporada ao produto (ex. alimento, bebidas, etc..) | Isenta de substâncias químicas prejudiciais a saúde; Isenta de organismos prejudiciais a saúde. |
| Irrigação | Água entra em contato com o produto | Esteticamente agradável; Variável com o produto. |
| | Água não entra em contato com o produto (ex. refrigeração) | Baixa dureza. |
| | Hortaliças e produtos ingeridos crus ou com casca | Isenta de substâncias químicas prejudiciais a saúde; Isenta de organismos prejudiciais a saúde; Baixa salinidade. |
| | Demais plantações | Isenta de substâncias químicas prejudiciais ao solo e as plantações; Baixa salinidade. |

continua

continuação

| Uso geral | Uso específico | Qualidade requerida |
|------------------------------|--|--|
| Dessedentação de animais | - | Isenta de substâncias químicas prejudiciais a saúde dos animais; Isenta de organismos prejudiciais a saúde dos animais. |
| Preservação da flora e fauna | - | Variável com os requisitos ambientais da flora e da fauna que se deseja preservar. |
| Recreação e lazer | Contato primário ou direto (ex. natação, esqui, etc..) | Isenta de organismos prejudiciais a saúde; Baixo teores de sólidos em suspensão e óleos e graxas. |
| | Contato secundário ou sem contato direto (ex. navegação, pesca, etc..) | Aparência agradável. |
| Geração de energia | Usinas hidrelétricas Usinas nucleares ou termelétricas | Baixa agressividade; Baixa dureza |
| Transporte | - | Baixa presença de material grosseiro que possa por em risco as embarcações. |

Quadro 1: associação entre os usos da água e requisitos de qualidade (VON SPERLING³, 1996 apud GARCIA et al., 2007, p. 5)

Analisando o quadro 1, pode-se observar que a qualidade requerida para a água de reúso não potável assemelha-se às exigências mínimas recomendadas pela FIESP. A Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (2005, p. 53-57, grifo do autor), também diz que para o atendimento das exigências mínimas para o reúso da água em função das diferentes atividades a serem realizadas nas edificações, pode-se definir classes de água para reúso, como:

- a) **água de reúso classe 1:** os usos preponderantes para as águas tratadas desta classe, nos edifícios, são basicamente os seguintes,
 - descarga de bacias sanitárias, lavagem de pisos e fins ornamentais (chafarizes, espelhos de água etc.);
 - lavagem de roupas e de veículos;
- b) **água de reúso classe 2:** os usos preponderantes nessa classe são associados às fases de construção da edificação,
 - lavagem de agregados;

³ VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento de águas residuárias, lagoas de estabilização**. Belo Horizonte: ABES, 1996. v. 3.

- preparação de concreto;
- compactação do solo;
- controle de poeira;
- c) **água de reúso classe 3:** o uso preponderante das águas dessa classe é na irrigação de áreas verdes e rega de jardins;
- d) **água de reúso classe 4:** o uso preponderante para esta classe é no resfriamento de equipamentos de ar condicionado (torres de resfriamento).

A NBR 13.969 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p. 22, grifo nosso), também apresenta uma classificação para a água de reúso:

- a) **classe 1:** lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador incluindo chafarizes;
- b) **classe 2:** lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes;
- c) **classe 3:** reúso nas descargas dos vasos sanitários;
- d) **classe 4:** reúso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.

O quadro 2 apresenta um comparativo entre as diferentes classificações de reúso da água segundo a NBR 13969 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997) e a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (2005).

Para o presente trabalho, que trata a respeito do reúso de águas cinzas para fins domésticos não potáveis em edificações residenciais, a classificação desta água de reúso, segundo o guia de Conservação e Reúso da Água em Edificações (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005), seria água de reúso classe 1. Já pela NBR 13.969 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997) esta mesma água de reúso seria classificada como sendo classe 3 (descargas de vasos sanitários).

Nota-se que, para a mesma atividade de uso prevista para o reúso da água cinza, encontram-se alguns parâmetros diferentes entre a NBR 13969 e o guia de Conservação e Reúso da Água em Edificações. No caso de possíveis conflitos na escolha de quais parâmetros adotar para dimensionar a água de reúso, sempre se deve priorizar a segurança dos usuários.

| Classes | Parâmetros | | | | | |
|------------------|---------------|-----------|------------|-----------------------|----------------------------|--|
| | Turbidez (UT) | pH | SDT (mg/l) | Cloro Residual (mg/l) | Oxigênio Dissolvido (mg/l) | Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml) |
| NBR 13969 | | | | | | |
| Classe 1 | < 5 | 6,0 e 8,0 | < 200 | 0,5 e 1,5 | - | < 200 |
| Classe 2 | < 5 | - | - | 0,5 | - | < 500 |
| Classe 3 | < 10 | - | - | - | - | < 500 |
| Classe 4 | - | - | - | - | > 2,0 | < 5000 |
| FIESP | | | | | | |
| Classe 1 | ≤ 2 | 6,0 e 9,0 | ≤ 500 | ≤ 0,5 | - | não detectáveis |
| Classe 2 | - | 6,0 e 9,0 | - | - | - | ≤ 1000 |
| Classe 3 | < 5 | 6,0 e 9,0 | - | < 1,0 | - | ≤ 200 |
| Classe 4 | - | 5,0 e 8,3 | 500 e 1000 | - | Presente | ≤ 2,2 |

Quadro 2: parâmetros de qualidade da água de reúso segundo NBR 13969 e FIESP (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997; FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005)

4 ÁGUAS CINZAS

A Engenharia Sanitária tem sustentado que esgoto é esgoto, independente de se tratar de água cinza ou de esgoto combinado (águas cinzas e negras misturadas). O argumento usado é de que as águas servidas, se deixadas sem tratamento por alguns dias, passam a se comportar como esgoto total, ou seja, ambos tornam-se mal-cheirosos (devido à ação de organismos anaeróbios) e apresentam grande número de bactérias. Devido à observação dessas características comuns as regulamentações que surgiram não fazem distinção entre as várias fontes de poluição, determinando, portanto, tratamento semelhante para todos efluentes domésticos. No entanto, as diferenças entre águas cinzas e negras ou esgoto total são muito mais importantes do que suas similaridades (LINDSTROM, 1992). Sendo assim, serão explanadas, nos itens a seguir, o conceito e a caracterização das águas cinzas, assim como os potenciais riscos envolvidos no seu reúso.

4.1 CONCEITO DE ÁGUA CINZA

O resíduo líquido gerado em uma residência (ou também escolas, escritórios ou edifícios públicos), também conhecido como esgoto, pode ser classificado, segundo diversos autores, em dois tipos: águas negras e águas cinzas. Nas águas negras há a presença dos efluentes oriundos de vasos sanitários (urina e fezes) e, nas águas cinzas, não há contribuição de efluentes de vasos sanitários.

Como já definido anteriormente, para a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (2005, p. 58), água cinza “[...] é o efluente que não possui contribuição da bacia sanitária, ou seja, o esgoto gerado pelo uso de banheiras, chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar roupas e pias de cozinha em residências, escritórios comerciais, escolas etc.”. Fiori et al. (2006, p. 21) também definem a água cinza de forma semelhante, porém ressaltam que ainda não há um consenso internacional quanto ao conceito.

A composição das águas cinzas pode ser influenciada por aspectos econômicos e socioculturais. Um exemplo disso é que, devido ao fato de que na cultura brasileira é comum

a utilização das pias de cozinha como local de despejo de restos de alimentos (o que provoca grande concentração de matéria orgânica), o efluente da pia de cozinha não pode ser considerado como água cinza para água de reúso (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005, p. 58).

Outro fator que influencia na composição das águas cinzas é a possibilidade de diversas contaminações devido à flexibilidade de uso dos aparelhos sanitários. A presença de urina na água de banho, a lavagem de ferimentos no tanque ou lavatório e a higienização durante o banho logo após a utilização da bacia sanitária são algumas das situações dessa natureza (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005, p. 58-59).

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA CINZA

A água cinza é caracterizada por parâmetros físicos, químicos e biológicos, tais como temperatura, cor, turbidez, sólidos suspensos (SS), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), carbono orgânico total (COT) e concentração de nutrientes. A literatura baseia-se nestes parâmetros por serem componentes presentes no esgoto bruto (BORGES, 2003, p. 51).

Segundo Borges (2003, p. 52, grifo nosso), com base nestas referências, os parâmetros escolhidos para caracterizar a água cinza são (BORGES, 2003, p. 52, grifo nosso):

- a) **físicos**: temperatura, cor e turbidez;
- b) **químicos**: pH, cloro livre e cloro total, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio e fósforo total;
- c) **biológicos**: coliformes fecais e coliformes totais.

A justificativa para a escolha dos parâmetros consta a seguir (BORGES, 2003, p. 52-53, grifo nosso):

- a) **temperatura**: influencia as reações químicas que ocorrem na água. Como por exemplo, a solubilidade dos gases. A água a uma temperatura de 0° C contém uma concentração de 14 mg/l de oxigênio dissolvido e a temperatura de 20° C a concentração de oxigênio se reduz a 9 mg/l. Como consequência pode ocorrer a decomposição da matéria orgânica através de processos anaeróbios com exalação de mau cheiro;
- b) **cor**: a cor pode ser classificada em verdadeira e aparente. A cor verdadeira é obtida após o processo de centrifugação que retira a turbidez da água;

- c) **turbidez**: é causada pelas partículas em suspensão presentes no efluente. A matéria suspensa interfere na passagem de luz, provocando a dispersão desta, conferindo à água um aspecto turvo. As implicações das partículas em suspensão é que estas podem causar o entupimento das tubulações e a colmatação de filtros de areia utilizados no processo de tratamento (ERIKSSON⁴ et al., 2002). Outro fator importante, é que as partículas podem servir de abrigo aos agentes patogênicos prejudicando a eficiência da desinfecção (SPERLING⁵, 1996). Consta de um parâmetro fundamental a ser avaliado no intuito de posterior concepção do sistema de tratamento da água cinza;
- d) **pH**: é um parâmetro indicativo da alcalinidade, acidez ou neutralidade do efluente. O seu valor pode variar de 0 a 14. Influi decisivamente nos processos de tratamento biológico de esgotos, uma vez que a biomassa se reproduz e desenvolve em faixas ótimas de pH como, também, está relacionado ao processo de desinfecção dos esgotos com agentes como o cloro;
- e) **cloro residual livre e cloro total**: o cloro além de ser um desinfetante é também um agente oxidante. Ele reage com ferro, manganês, nitritos, sulfetos e com a matéria orgânica. Portanto, parte do cloro é consumida em reações oxidantes e outra parte permanece no efluente. Esta parcela não utilizada é chamada de cloro livre residual e é representada pelo ácido hipocloroso e pelo íon hipoclorito. Caso exista amônia no efluente o cloro pode reagir com esta formando as cloraminas, constituindo o cloro residual combinado. O cloro total refere-se à soma das duas formas citadas anteriormente. Cumpre salientar que alguns códigos internacionais preconizam certa concentração de cloro residual nos sistemas de reúso como mencionado anteriormente na revisão bibliográfica;
- f) **oxigênio dissolvido**: o consumo total de oxigênio dissolvido presente na água pelas bactérias pode favorecer a formação de um ambiente anaeróbio com geração de maus odores;
- g) **demanda bioquímica de oxigênio (DBO)**: representa a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar a fração biodegradável da matéria orgânica carbonácea que é transformada em água, gás carbônico, sulfatos, fosfatos, e outros. Este parâmetro é uma medida indireta da concentração de matéria orgânica presente no esgoto;
- h) **fósforo total**: é constituído pelos fosfatos orgânicos e os ortofosfatos. A presença deste nos esgotos deve-se ao uso dos detergentes sintéticos que contém concentrações de 2 a 3 mg/l de fósforo inorgânico (ortofosfatos) e 0,5 a 1,0 mg/l de fósforo orgânico. É considerado um dos principais nutrientes para a realização dos processos biológicos na degradação da matéria orgânica;
- i) **coliformes fecais e coliformes totais**: conforme apresentado na revisão bibliográfica a presença de microrganismos nos esgotos é caracterizada a partir da presença destas bactérias.

Como ilustração, apresenta-se, nos quadros 3 e 4, a caracterização de água cinza de chuveiros e lavatórios coletada em banheiros, localizados na Região Sul do País. Os parâmetros listados

⁴ ERIKSSON, E.; AUFFARTH, K.; HENZE, M.; LEDIN, A. Characteristics of grey wastewater. **Urban Water**, v. 4, n. 1, p. 85–104, 2002. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em 21 jun. 2002.

⁵ SPERLING, M. V. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias – Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 1996.

basearam-se nas Portarias n. 518 (BRASIL, 2004), do Ministério da Saúde, e n. 357 (BRASIL, 2005a), do Conama (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005, p. 59).

| PARÂMETROS | CONCENTRAÇÕES | | |
|---|--------------------|---------|---------|
| | (1) | (2) | (3) |
| Temperatura (°C) | 24 | - | - |
| Cor (UH) | 52,30 | ausente | ausente |
| Odor (UH) | - | ausente | ausente |
| Turbidez (UT) | 37,35 | 0,8 | 1,3 |
| pH | 7,2 | 8,4 | 8,8 |
| Oxigênio dissolvido (mg/L) | 4,63 | - | - |
| Cloro livre (mg/L) | 0,0 | - | - |
| Cloro total (mg/L) | 0,0 | - | - |
| Fósforo total (mg/L) | 6,24 | - | - |
| DBO (mg/L) | 96,54 | 20,3 | 96 |
| SS (mg/L) | - | 54 | 86 |
| Dureza | - | 122 | 130 |
| Zinco | - | 0,03 | 0,10 |
| Cobre | - | 0,23 | 0,19 |
| Ferro | - | 0,33 | 0,1 |
| Coliforme total (MPN/100 mL) | 11x10 ⁶ | < 200 | 23.000 |
| Coliforme fecal (MPN/100 mL) | 1x10 ⁶ | - | - |
| (1) Edifício residencial: Curitiba/PR | | | |
| (2) Banheiro masculino: complexo esportivo - Passo Fundo/RS | | | |
| (3) Banheiro feminino: complexo esportivo - Passo Fundo/RS | | | |

Quadro 3: características físicas, químicas e bacteriológicas das águas cinzas provenientes de banheiros brasileiros (SANTOS; ZABRACKI⁶, 2003 apud FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005, p. 59; FONINI⁷ et al., 2004 apud FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005, p. 59)

⁶ SANTOS, D. C.; ZABRACKI. Greywater Characterization in Residential Buildings to assess it's Potential use. In: CIB-W62 SYMPOSIUM, 29., 2003, Ankara, Turquia. **Proceedings...** Ankara: International Council for Research and Innovation in Building and Construction, 2003.

⁷ FONINI, A.; FERNANDES, V. M. C.; PIZZO, H. S. Estudo para a determinação da capacidade de aproveitamento das águas pluviais e das águas cinzas em um complexo esportivo universitário. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2004. 1 CD ROM.

| PARÂMETRO | CONCENTRAÇÕES | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | (1) | (2) | (3) |
| Coliformes fecais (NMP/100mL) | 1,1x10 ⁴ | 1,7x10 ⁴ | 3,6x10 ⁵ |
| Coliformes totais (NMP/100mL) | > 1,6x10 ⁵ | > 1,6x10 ⁵ | > 1,6x10 ⁵ |
| Óleos e graxas | 18,2 | 14,8 | 26,7 |
| pH | 7,11 | 6,91 | 7,1 |
| DBO (mg/L) | 258 | 174 | 384 |
| DQO (mg/L) | 470 | 374 | 723 |
| SS (mg/L) | 180 | 100 | 188 |
| Alcalinidade (mg/L) | 6,7 | 5,0 | 8,2 |
| Surfactantes (mg/L) | 2,18 | 1,46 | 3,42 |
| Contagem bacteriológica (UFC/mL) | 8,5x10 ⁵ | 3x10 ⁵ | 8,5x10 ⁶ |
| Cloretos (Cl ⁻ mg/L) | 26,9 | 14,7 | 29,4 |
| Nitrato (NO ⁻³ mg/L) | 27,5 | 1,52 | 4,09 |
| Nitrito (NO ⁻² mg/L) | < 0,003 | 0,027 | 0,489 |
| Fósforo total (mg/L) | 0,43 | 0,31 | 1,79 |
| Turbidez (UT) | 340,7 | 373,2 | 297,2 |
| Dureza total (CaCO ₃ mg/L) | 5,7 | 13,6 | 10,7 |
| Condutividade (µs/cm) | 125,9 | 105,8 | 222 |
| (1) Edifício residencial: Curitiba/PR | | | |
| (2) Banheiro masculino: complexo esportivo - Passo Fundo/RS | | | |
| (3) Banheiro feminino: complexo esportivo - Passo Fundo/RS | | | |

Quadro 4: características físicas, químicas e bacteriológicas das águas cinzas provenientes de edifício residencial (SANTOS; ZABRACKI⁸, 2003 apud FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005, p. 59; FONINI⁹ et al., 2004 apud FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005, p. 59)

Verificou-se nos resultados obtidos (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005, p. 61):

- a) alto teor de matéria orgânica, representado pela DBO, o que pode gerar sabor e odor;
- b) elevado teor de surfactantes, que pode ocasionar a formação de espumas e odor decorrente da decomposição dos mesmos;
- c) elevada concentração de nitrato, que pela sua toxicidade pode causar metahemoglobinemia infantil, uma doença letal;
- d) alto teor de fósforo, o que indica a presença de detergentes superfosfatados (compostos por moléculas orgânicas) e matéria fecal;
- e) turbidez elevada, que comprova a presença de sólidos em suspensão.

⁸ SANTOS, D. C.; ZABRACKI. Greywater Characterization in Residential Buildings to assess it's Potential use. In: CIB-W62 SYMPOSIUM, 29., 2003, Ankara, Turquia. **Proceedings...** Ankara: International Council for Research and Innovation in Building and Construction, 2003.

⁹ FONINI, A.; FERNANDES, V. M. C.; PIZZO, H. S. Estudo para a determinação da capacidade de aproveitamento das águas pluviais e das águas cinzas em um complexo esportivo universitário. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2004. 1 CD ROM.

Demonstrando a falta de padronização clara para as águas de reúso não potável no Brasil, apresenta-se no quadro 5 os resultados de uma pesquisa realizada na cidade de Passo Fundo/RS, onde foram coletadas e analisadas águas cinzas de várias edificações multifamiliares. Ao mesmo tempo a tabela relaciona os resultados com os padrões de qualidade de água para outros fins que não o de água potável (FERNANDES, 2006, p. 15).

| Parâmetros | Amostra 1 (Com crianças) | Amostra 2 (Com animais) | Amostra 3 (S/ crianças e s/ animal) | Portaria MS 518/04 ¹ | Portaria 05/89 RS ² | EPA Reúso urbano ³ | CONAMA 357/05 ⁴ |
|--|-----------------------------|----------------------------|--|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Coliformes. Fecais (NMP/100ml) | 5600 | 1,6x10 ⁶ | Ausente | ND* | ≤ 300 | ND* | 1000 |
| Coliformes totais (NMP/100ml) | 1,6x10 ⁶ | 1,6x10 ⁶ | Ausente | | - | | 5000 |
| Óleos e Graxas (mg/l) | 19,6 | 10,2 | 20,3 | | ≤ 30 | | |
| pH | 7,53 | 6,63 | 7,20 | 6 a 9,5 | 6,0 a 8,6 | 6 a 9 | 6 a 9 |
| DBO (mg/l) | 66 | 139 | 220 | | ≤ 200 | ≤ 10 | ≤ 5 |
| DQO (mg/l) | 137 | 312 | 462 | | ≤ 450 | | |
| Sólidos Suspensos (mg/l) | 204 | 92 | 150 | | ≤ 200 | | |
| Sólidos Sedimentáveis (ml/l) | 0,1 | Traços | 0,1 | | ≤ 1,0 | | |
| OD (mg/l) | 2,30 | 1,98 | 1,55 | | | | ≥ 5 |
| Alcalinidade (mg/l) | 6,7 | 3,93 | 8,2 | 250 | | | |
| Surfactantes (mg/l) | 3,24 | 3,6 | 2,28 | 0,5 | 2,0 | | |
| Cont. Bacteriológica (UFC/ml) | >2,3x10 ⁵ | 2,5x10 ⁵ | 2,0x10 ⁴ | ≤ 500 | | | |
| Cloretos (Cl ⁻ mg/l) | 62,5 | 126 | 160 | 250 | | 600 | 250 |
| Nitrato (NO ₃ ⁻ N mg/l) | ND | 4,90 | 4252 | 10 | | | 10 |
| Nitritos (NO ₂ ⁻ N mg/l) | 2,07 | 0,2 | 0,02 | 1 | | | 1 |
| Nitrogênio total (mg/l) | 22,3 | 10,28 | 16,3 | | | | |
| Fósforo total (mg/l) | 0,65 | 1,69 | 1,26 | | 1 | | |
| Turbidez (UNT) | 383,3 | 98,2 | 340,6 | 5 | | ≤ 2 | 100 |
| Dureza total (CaCO ₃ mg/l) | 5,7 | 7,5 | 28,5 | 500 | ≤ 200 | | |
| Condutividade (µs/cm) | 198,6 | 98,2 | 172,3 | 2000 | | | |

1 – VPM da água para consumo humano, de acordo com a Portaria MS 518/2004 (BRASIL, 2004).

2 – VPM (Valor Máximo Permitido) de lançamento de efluentes em corpos d'água pela Portaria n. 05¹⁰.

3 – VPM p/ reúso urbano pela USEPA¹¹. Onde o contato humano não é permitido, o limite é 200 colif. fecais/100 ml, 30 mg/l de SS e 30 mg/l de DBO. O limite p/ cloro residual é 1 mg/l.

4 – Limites da Resolução n. 357 (BRASIL, 2005a) p/ classe 2 – águas destinadas à recreação de contato primário – tais como natação e mergulho, conforme Resolução n. 274¹² (BRASIL, 2000) –, irrigação de hortaliças e plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto, e à aquicultura e à atividade de pesca. Se não tiver contato humano, ou então a irrigação for para culturas arbóreas, cerealíferas ou forrageiras, a classe será 3 e o limite de colif. termotolerantes 4.000/100 ml e de DBO é 10 mg/l; ou classe 4, uso em navegação e harmonia paisagística. ND* - Não detectável.

Quadro 5: média dos resultados qualitativos das amostras das águas cinzas coletadas em chuveiros (FERNANDES, 2006, p. 15)

¹⁰ RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente. Portaria n. 05. Aprova a norma técnica SSMA n. 01/89. Porto Alegre: Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul, 29 de março de 1989. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/legislacao/arq/leg0000000019.doc>>. Acesso em: 25 maio 2011.

¹¹ UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Guidelines for water reuse**. Washington, 2004. Disponível em: <<http://www.epa.gov/nrmrl/pubs/625r04108/625r04108.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2010.

¹² BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 274, de 29 de novembro de 2000. Dispõe sobre a balneabilidade das águas doces, salinas e salobras. Brasília, DF, 2000. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res27400.html>>. Acesso em: 24 maio 2011.

Para se implantar projetos de reúso com sucesso é necessário obter o máximo de informações sobre o efluente para que este possa ser devidamente caracterizado. Desta forma a escolha do tratamento mais adequado e o atendimento aos requisitos de qualidade exigidos para o reúso poderão ser cumpridos (BAZZARELLA, 2005, p. 37). Esta questão é de extrema importância para minimizar os riscos à saúde pública, pois as fontes alternativas de água variam muito nas suas características qualitativas (SANTOS; FROEHNER, 2007, p. 25).

4.3 RISCOS NA UTILIZAÇÃO DA ÁGUA CINZA EM EDIFICAÇÕES

O reúso das águas cinzas implementado de forma negligente pode trazer riscos a saúde e ao meio ambiente. Fernandes (2006, p. 10) diz que:

Os riscos associados às práticas de reúso da água cinza têm relação com os contaminantes presentes na água recuperada, uma vez que o esgoto sanitário possui produtos químicos tóxicos e microrganismos patogênicos em níveis muito acima dos suportados pelo homem.

Os riscos devido a produtos químicos na água de reúso são oriundos principalmente da presença de compostos a base de matéria orgânica, de nitrogênio, de enxofre e de metais pesados. Entretanto, esses riscos são muito mais baixos do que os causados por microrganismos patogênicos. Em virtude disso, os modelos de avaliação de risco para o reúso não potável são baseados nos riscos microbiológicos, sendo estes os que receberam a maior atenção nas diversas regulamentações de reúso de água (GREGORY et al, 1996, p. 265).

Sempre com a ideia de minimizar ou mitigar os riscos associados ao reúso da água, salientam-se os principais critérios, segundo a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (2005, p. 58), que direcionam um programa de reúso de água cinza:

- a) preservação da saúde dos usuários;
- b) preservação do meio ambiente;
- c) atendimento às exigências relacionadas às atividades a que se destina;
- d) quantidade suficiente ao uso a que será submetida.

No quadro 6 pode-se ver os principais riscos à saúde de acordo com a forma de reúso da água.

| FORMA DE REÚSO | RISCOS À SAÚDE |
|---------------------------------|--|
| Agrícola | Contaminação de consumidores de alimentos contaminados com organismos patogênicos e/ou substâncias químicas tóxicas; Contaminação direta de trabalhadores; Contaminação do público por aerossóis; Contaminação de consumidores de animais que se alimentam de pastagens irrigadas, ou que sejam criados em lagoas contaminadas. |
| Industrial | Conexão cruzada entre sistemas de água potável e de reúso; Se utilizada como água de processo, pode haver contaminação de produtos comestíveis; Contaminação direta de trabalhadores. |
| Recreacional | Doenças de veiculação hídrica, infecção nos olhos, ouvidos e nariz; Ingestão de contaminantes químicos ou irritação dos olhos e mucosas, devido aos efluentes industriais; Contaminação direta de trabalhadores. |
| Recarga de Aquífero | Contaminação de aquíferos utilizados como fonte de água potável; Contaminação direta de trabalhadores. |
| Reúso urbano não potável | Conexão cruzada entre sistemas de água potável e de reúso; Contado com a água recuperada utilizada para fins não potáveis; Contaminação direta de trabalhadores. |
| Reúso Potável | Ingestão de contaminantes biológicos e químicos; Contaminação direta de trabalhadores |

Quadro 6: relação entre o tipo de reúso e os riscos a saúde associados ao reúso (LAVRADOR FILHO¹³, 1987 apud RODRIGUES, 2005, p. 93)

¹³ LAVRADOR FILHO, J. **Contribuição para o entendimento do reúso planejado da água e algumas considerações sobre suas possibilidades no Brasil**. 1987. 191 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

5 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS ATUAIS NORMAS, LEGISLAÇÃO E PADRÕES VIGENTES NO REÚSO EM EDIFICAÇÕES

No que se refere ao reúso da água, conforme Giacchini ([2009 ou 2010], p. 23):

[...] o Brasil ainda não dispõe de normatização técnica específica para os sistemas de reúso da água. Em geral são adotados padrões referenciais internacionais ou orientações técnicas produzidas por instituições privadas. Este é um fator que tem dificultado a aplicação desta prática no país, pois a falta de legislação e normatização específica dificulta o trabalho dos profissionais. Ainda pode colocar em risco a saúde da população devido à falta de orientação técnica para a implantação dos sistemas de reúso das águas servidas e a respectiva fiscalização de tais sistemas.

Embora ainda precária e pouco específica, existe no Brasil alguma legislação voltada ao tema reúso de águas. No texto a seguir serão abordadas algumas das leis e normas que mais se destacam com relação a este assunto.

5.1 LEGISLAÇÃO E NORMAS

Apesar da expansão da rede de água para abastecimento urbano no Brasil, ela ainda é insuficiente para a crescente população das grandes e médias cidades. Uma parcela da população, especialmente nas periferias e bairros pobres, sempre fica à margem da rede de água tratada (FIORI et al., 2006. p. 20-21). Os mesmos autores indicam que:

[...] [o Brasil] possui bastante água, porém não sabe usar e já enfrenta dificuldades de abastecimento em áreas de grande densidade de população. O país não tem consciência de sustentabilidade.

Torna-se, necessário, estabelecer mecanismos para institucionalizar, regulamentar e incentivar a prática do reúso, estimulando as empresas ou indústrias que estão iniciando a reutilização e promovendo o desenvolvimento aquelas que ainda não iniciaram a prática do reúso no Brasil.

Embora ainda não haja muita legislação que regulamente de forma específica o reúso de águas cinzas em edificações, o Governo Federal já deu início a processos de gestão para estabelecer bases políticas, legais e institucionais para o reúso. Uma das leis que deram início

a discussão sobre reúso de água foi a **Lei Federal n. 9.433**, de 1997, do Ministério do Meio Ambiente, que conforme analisa Carneiro (2008, p. 2):

[...] inaugurou uma nova ordem jurídica para os recursos hídricos instituindo a Política Nacional de Recursos Hídricos e incorporando novos conceitos. Tais conceitos, ainda novos, careceram e ainda carecem ser desenvolvidos, consolidados, difundidos e implementados. A nova lei, revolucionando a ordem jurídica estabelecida, é transformadora e reclama um processo construtivo para sua implementação. Em se considerando as dimensões continentais do Brasil, embasado na infinidade dos recursos hídricos e na tradicional utilização do recurso sem qualquer contrapartida financeira, é questão complexa.

Essa Lei é considerada inovadora e a sua implementação requer “[...] ações de esclarecimento e transformação cultural, inovações tecnológicas, adequações econômicas e, em determinados casos, decisões políticas corajosas.” (MILARÉ¹⁴, 2005 apud CARNEIRO, 2008, p. 2).

Outra normativa é dada à questão do reúso de águas cinzas através da **Resolução n. 54** (BRASIL, 2005b). Conforme a Resolução, no seu art. 1º, está previsto o estabelecimento de “[...] modalidades, diretrizes e critérios gerais que regulamentem e estimulem a prática de reúso direto não potável de água em todo o território nacional.”. Além disso, define várias modalidades para o reúso direto não potável de água através do seu art. 3. que indica:

O reúso direto não potável de água, para efeito desta Resolução, abrange as seguintes modalidades:

- I - reúso para fins urbanos: utilização de água de reúso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana;
- II - reúso para fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reúso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas;
- III - reúso para fins ambientais: utilização de água de reúso para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente;
- IV - reúso para fins industriais: utilização de água de reúso em processos, atividades e operações industriais; e,
- V - reúso na aquicultura: utilização de água de reúso para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos.

Pela Resolução n. 54 (BRASIL, 2005b), no seu artigo 3., o reúso de água para fins urbanos se enquadra na modalidade I, e define sua aplicação somente para “[...] fins de irrigação

¹⁴ MILARÉ, E. **Direito do ambiente**: doutrina, prática, jurisprudência, glossário. 4 ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005.

paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana.”. Porém essa Resolução não define parâmetros de qualidade e nem responsabilidades quanto ao reúso da água, outorgando a outros órgãos competentes a sua observância.

Ademais, no que se refere a padrões normativos ligados à questão do reúso de águas, existe a **NBR 13.969** (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, grifo nosso), que no item 5.6, descreve o seguinte:

No caso do esgoto de origem essencialmente doméstica ou com características similares, **o esgoto tratado deve ser reutilizado para fins que exigem qualidade de água não potável**, mas sanitariamente segura, tais como irrigação dos jardins, lavagem dos pisos e dos veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários, na manutenção paisagística dos lagos e canais com água, na irrigação dos campos agrícolas e pastagens etc.

A Norma aborda ainda itens como: planejamento do sistema de reúso, usos previstos para o efluente tratado, volume de esgoto a ser utilizado, grau de tratamento, sistemas de reservação e distribuição e treinamento de responsáveis e, como já visto anteriormente, classifica o esgoto conforme o reúso previsto.

Desde o ano 2000 diversos municípios brasileiros instituíram programas de conservação e uso racional da água. Baseado na conscientização da importância e nas consequências da utilização tradicional ineficaz da água, um dos municípios a sair na frente na questão de uso racional da água foi o município de Curitiba, que em 2003, através da **Lei 10.785** (CURITIBA, 2003) institui o PURAE – Programa de Conservação e Uso Racional de Água nas Edificações – cujo objetivo está definido no primeiro artigo aqui transcrito:

Art. 1.: O Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – PURAE – tem como objetivo instituir medidas que induzam à conservação, uso racional e utilização de fontes alternativas para captação de água nas novas edificações, bem como a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água.

A Lei 10.785 (CURITIBA, 2003) também estipula o reúso de águas servidas indicando:

Art. 8.: As águas servidas serão direcionadas, através de encanamento próprio, a reservatório destinado a abastecer as descargas dos vasos sanitários e, apenas após tal utilização descarregada na rede pública de esgoto.

Assim como ocorreu em muitas prefeituras municipais, o município de Porto Alegre, em 2008, também repetiu essa iniciativa criando um programa similar que instituiu o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas através da **Lei n. 10.506** (PORTO ALEGRE, 2008). Como consta na Lei (PORTO ALEGRE, 2008, art. 1º), seu objetivo é “[...] a promoção de medidas necessárias à conservação, à redução do desperdício e à utilização de fontes alternativas para a captação e o aproveitamento da água nas edificações, bem como à conscientização dos usuários sobre a sua importância para a vida.”.

A Lei n. 10.506 (PORTO ALEGRE, 2008) também determina as ações de reaproveitamento da água, em seu art. 8º, que indica:

As ações de reaproveitamento das águas compreendem basicamente:

I – a captação, o armazenamento e a utilização de água proveniente das chuvas;

II – a captação, o armazenamento e a utilização de águas servidas.

Ainda segundo a Lei n. 10.506 (PORTO ALEGRE, 2008), em seu artigo 10., é definida a destinação de uso das águas servidas – água cinza – quando indica que “As águas servidas serão captadas, direcionadas por meio de encanamento próprio e conduzidas a reservatórios destinados a abastecer as descargas de vasos sanitários ou mictórios.”. Entre outras determinações, a Lei prevê que sejam instalados sistemas de redução de consumo, medição individualizada e reaproveitamento das águas da chuva e das **águas servidas** na própria edificação, quando esta for uma nova construção na Cidade.

A regulamentação da Lei n. 10.506 foi dada pelo **Decreto n. 16.305**, de 26 de maio de 2009, e entrou em vigor na data de sua publicação no Diário Oficial de Porto Alegre em 1º de junho de 2009. O Decreto considera em seu caput a “[...] necessidade de viabilizar a aplicação da Lei nº 10.506, de 2008, mediante uma regulamentação que promova medidas necessárias e razoáveis para sua aplicação fática [...]”. Em seu artigo 2., fica criada a Comissão para o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas, visando a efetiva implementação das diretrizes estabelecidas pela Lei nº 10.506 (PORTO ALEGRE, 2009).

Fica determinado pelo Decreto n. 16.305 (PORTO ALEGRE, 2009, art. 4º), no seu terceiro e quarto parágrafo do artigo 4., o seguinte:

O reaproveitamento das águas servidas será exigido a partir da publicação de decreto específico, resultado das sugestões da Comissão, cujo trabalho será pautado por considerações de viabilidade técnica, econômica e de saúde pública.

Enquanto não sobrevier o regulamento específico, o reaproveitamento das águas servidas nas edificações poderá ser proposto pelos responsáveis técnicos, atendendo às normas técnicas brasileiras e às respectivas legislações sanitárias e ambientais, sendo que as propostas serão analisadas pontualmente.

O Decreto ainda complementa a normativa de reúso de águas cinzas – ou águas servidas – estipulando no artigo 5. que “Em qualquer caso, as águas pluviais e servidas captadas e armazenadas para reaproveitamento deverão sofrer o tratamento necessário, para atender aos padrões de qualidade compatíveis com o uso previsto.” (PORTO ALEGRE, 2009).

Mesmo com a Lei 10.506 já regulamentada, um dos principais entraves que veem provocando o atraso na sua aplicabilidade é a divergência quanto o que diz a **Lei Orgânica do Município de Porto Alegre**. Nesta Lei, no seu artigo 225, esta claramente determinada a quem compete qualquer tipo de tratamento e fornecimento de água quando expressa que “O serviço público de água e esgoto é atribuição precípua do Município, que deverá estendê-lo progressivamente a toda a população.” (PORTO ALEGRE, 1990).

De qualquer forma, após o processo de pesquisa deste trabalho, observando-se as necessidades atuais sobre a questão, cabe afirmar que até o momento ainda é escasso o que se aplica no modo legislativo e que são poucas as leis realmente relevantes sobre o assunto.

5.2 A PROBLEMÁTICA NO ATENDIMENTO À LEGISLAÇÃO

Analisando-se a legislação e as normas referentes ao tratamento de esgotos, pode-se dividi-las, quanto ao uso que é dada a água, em dois tipos: potáveis e não potáveis. Sistemas de reúso direto para fins potáveis possuem muitos riscos em relação à saúde pública, além de serem inviáveis econômica e financeiramente (HAFNER, 2007, p. 90). Com relação à prática de reúso para fins não potáveis, mesmo restringindo o contato da água com os usuários, deve-se observar que quando se deixa de utilizar água da concessionária, o ônus da produção de água fica a cargo do usuário, seja ele uma residência ou um condomínio. Logo, o usuário passa a responder pela qualidade e quantidade deste insumo, e devem-se tomar cuidados

específicos para minimizar os riscos de contaminação de pessoas e equipamentos (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005, p. 50).

Anderson¹⁵ (2001 apud BAZZARELLA, 2005, p. 62) ressalta que:

O reúso de água requer medidas efetivas de proteção à saúde pública e ao meio ambiente, e ambas devem ser tecnicamente e economicamente viáveis. Existem diversos países com diferentes níveis de desenvolvimento e quantidade de água disponível. Assim, é interessante que normas sejam feitas sob medida para se ajustar o equilíbrio entre disponibilidade, tecnologia e risco.

Isso mostra que os padrões de reúso de água variam bastante de um lugar para outro. A Organização Mundial de Saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION¹⁶, 2001 apud BAZZARELLA, 2005, p. 62) também ressalta que:

[...] o fator econômico é que governa a escolha de uma estratégia, principalmente com relação aos custos do tratamento e de monitoramento. Grande parte dos países desenvolvidos estabeleceu diretrizes conservativas, com baixo risco e utilizando tecnologias de alto custo, como os padrões californianos. Entretanto, isso nem sempre garante um baixo risco, em virtude da falta de experiência operacional. Um grande número de países em desenvolvimento adota outra estratégia de controle dos riscos à saúde, através de tecnologias de baixo custo baseadas nas recomendações do World Health Organization.

Como constatou-se no trabalho, no Brasil ainda não se dispõe de uma norma para projeto, execução e manutenção de sistemas de reúso. Alguns itens são contemplados pela NBR 13.969 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997), mas diretrizes técnicas que prezem pela saúde dos usuários ainda são necessárias para implantação segura de sistemas de reúso (COSTA; ILHA, 2009, p. 1).

Para Costa e Ilha (2009, p. 1), a deficiência de normalização e regulamentação, abre espaço para uma prática contestável que é a proliferação de leis que abordam o reúso de água sem ter realmente uma base técnica legal ou um estudo sócio-econômico adequado. Os mesmos autores explicam que “Na ausência diretrizes técnicas, algumas [normas] chegam a apresentar fórmulas para o dimensionamento do sistema.”.

¹⁵ ANDERSON, J. Prospect for international guidelines for water recycling. **Water** 21, London, p. 16-21, Aug. 2001.

¹⁶ WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global water supply and sanitation assessment 2000 report**. Geneva: World Health Organization (WHO); United Nations Children's Fund (UNICEF), Apr. 24, 2001. 79 p.

Como exemplo disso, pode-se citar o caso do município de Curitiba, em que a Lei n. 10.785 (CURITIBA, 2003) inicialmente exigia o tratamento de águas cinzas em residências, comércio e indústrias e, após debate com o meio técnico e científico local, esta exigência resumiu-se apenas a edificações comerciais e industriais com área construída superior à 5.000 m².

O caso de Curitiba demonstra como é importante a participação do meio técnico e científico, assim como da academia em conjunto com o poder público para deliberar sobre regulamentação e leis a respeito do reúso da água (FENDRICH; SANTOS¹⁷, 2007 apud COSTA; ILHA, 2009, p. 1). Além disso, pode-se notar que um dos principais empecilhos quando se trata da temática de reúso de água, em termos do atendimento à legislação, resume-se principalmente à falta de diretrizes que regulem e especifiquem a execução de sistemas de reúso, assim como sua operação, manutenção e responsáveis técnicos.

Costa e Ilha (2009, p. 2) consideram que:

Enquanto não forem editadas normas específicas para a implantação desses sistemas, bem como sejam definidas rotinas de fiscalização do seu funcionamento, a disseminação de sistemas de reúso ainda deve ser feita com cautela. O dimensionamento deve ser aprimorado, levando em consideração o padrão da construção, tipologia do edifício e costumes regionais. Impor um valor [ou sistema] para todo o país é por em risco a segurança do usuário final.

Hafner (2007, p. 89) compartilha desta opinião, reforçando que o maior entrave para o desenvolvimento do uso de fontes alternativas é a escassez de regulamentação. Complementa citando que o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) só regulamentou o reúso direto não potável no ano de 2005, porém a utilização de água de reúso ainda carece de legislação específica que defina seus padrões de qualidade e responsabilidades.

Certamente são necessários maiores estudos e atenção ao tema, para que se possa continuar desfrutando dessa fonte de vida que é a água. Devido à complexidade e aos vários desdobramentos possíveis da temática do reúso, faz-se necessária uma ampla discussão com os diversos setores envolvidos no processo, que vão desde órgãos do governo, organizações e prestadoras de serviço até o meio acadêmico, construtoras e a população em geral.

¹⁷ FENDRICH, R.; SANTOS, D. C. Discutindo a Lei 10.785 – PURAE: Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações do Município de Curitiba. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS, 10., 2007, São Carlos. **Anais...** São Carlos, UFSCar, 2007.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prática do reúso da água no Brasil ainda é pouco difundida, mas apesar da inexistência de uma definição de critérios para o reúso ser um entrave à sua aplicação, já existem algumas iniciativas isoladas e elas tendem a aumentar. A motivação para o reúso não é somente a busca por resultados econômicos, mas também a sustentabilidade dos recursos hídricos através da adoção de fontes alternativas de água – tais como o reúso de águas cinzas. Além disso, o reúso de água reduz a descarga de poluentes em corpos receptores, diminuindo os impactos negativos na bacia hidrográfica e conservando os recursos hídricos para o abastecimento público e outros usos mais exigentes quanto à qualidade.

O uso racional de água nas edificações se mostra como uma ferramenta importante para preservação da água e, em vista do vácuo político, institucional e legal em torno do reúso, fica claro que legislação específica para o tema deve ser desenvolvida. Para isso, é importante consultar diversos setores da sociedade, assim como os meios acadêmicos e científicos, que juntamente com o poder público, deveriam buscar a definição de bases legais que permitam a real difusão e aplicabilidade de sistemas de reúso em edificações.

Em meio a esta discussão, vários municípios criaram leis que instituem programas de conservação das águas. É o caso do município de Porto Alegre, que através da Lei n. 10.506 (PORTO ALEGRE, 2008), instituiu o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas.

A Lei 10.506, referente ao reúso de águas cinzas – ou águas servidas –, obriga as edificações novas à captação, ao armazenamento e à utilização de águas servidas para ações de reaproveitamento em descargas de vasos sanitários ou mictórios (PORTO ALEGRE, 2008). Frente ao atendimento à legislação, encontra-se o usuário do sistema de reúso (pessoa física ou jurídica), que pode ser uma residência, um condomínio ou outra edificação qualquer e que acaba se tornando um **produtor de água**, cabendo a ele a gestão desta água. Ainda referente à Lei, falta uma clara definição das responsabilidades relativas ao funcionamento do sistema de reúso.

No que se refere a edificações residenciais, um dos entraves à aceitação e cumprimento da legislação por parte do usuário é a implantação e operação do sistema de tratamento para reúso de águas cinzas, o que é considerado complexo, seja por aspectos técnicos ou por fatores econômicos, tais como o custo da implantação e manutenção. Para atender à Lei 10.506 também há complicações, como a pouca clareza quanto aos procedimentos de licenciamento, monitoramento e fiscalização. Além disso, a Lei entra em conflito direto com o que diz o artigo 225, da Lei Orgânica de Porto Alegre (PORTO ALEGRE, 1990), que estipula que “O serviço público de água e esgoto é atribuição precípua do Município, que deverá estendê-lo progressivamente a toda a população.”.

Devido à problemática do reúso de águas cinzas, o potencial risco à saúde pública e a dificuldade do usuário em atender a legislação, a prefeitura de Porto Alegre regulamentou a Lei nº 10.506 através do Decreto n. 16.305, de 26 de maio de 2009. Este Decreto determina no seu artigo 4. que “[...] o reaproveitamento das águas servidas será exigido a partir da publicação de decreto específico, resultado das sugestões da Comissão, cujo trabalho será pautado por considerações de viabilidade técnica, econômica e de saúde pública.” (PORTO ALEGRE, 2008). A Comissão a que se refere o artigo é a Comissão para o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas, criada pelo mesmo decreto, em seu artigo 2., e com as seguintes atribuições (PORTO ALEGRE, 2009):

- I – pesquisar, conhecer, divulgar e incentivar a implantação de soluções técnicas, que propiciem a conservação, o uso racional e o reaproveitamento das águas, aplicáveis aos projetos de novas edificações e também à adaptação das já existentes;
- II – propor ao Prefeito, após a oitiva em audiências públicas, técnicas vinculadas a atividades de preservação e conservação do meio ambiente, bem como das demais áreas do conhecimento, a elaboração e a alteração, quando necessário, dos instrumentos legais vigentes sobre a matéria, para a adoção de novas soluções técnicas, que propiciem a conservação, o uso racional e o reaproveitamento das águas;
- III – propor ao Prefeito o regulamento a que se refere o § 2º do art. 10 da Lei nº 10.506, de 2008.

O Decreto 16.305 (PORTO ALEGRE, 2009) também determina no seu artigo 4. que:

Enquanto não sobrevier o regulamento específico, o reaproveitamento das águas servidas nas edificações poderá ser proposto pelos responsáveis técnicos, atendendo às normas técnicas brasileiras e às respectivas legislações sanitárias e ambientais, sendo que as propostas serão analisadas pontualmente.

Apesar de não existir regulamentação específica para o reúso de águas cinzas em edificações residenciais, vários debates sobre o tema estão sendo realizados nos diversos setores envolvidos. Entidades como o Sindicato dos Engenheiros (SENGE) e a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária (ABES), têm discutido o assunto em conjunto com a prefeitura de Porto Alegre buscando tornar viável a aplicação integral da Lei 10.506. Visto que ainda não há decreto específico referente ao reaproveitamento de águas cinzas em Porto Alegre, ainda é possível permitir que as novas edificações fiquem desobrigadas em reaproveitar as águas servidas sem descumprir à Lei 10.506.

Considerando todas essas dificuldades, observa-se que a problemática do reúso de águas cinzas em edificações residenciais não deveria ser discutida como uma obrigatoriedade legal. A aceitação e difusão do conceito de reúso seriam mais bem empregadas se, ao invés da imposição legal do reúso, fossem criados, por exemplo, programas de incentivos fiscais a título de serviços ambientais para edificações que aderissem a algum tipo de sistema de reúso, visto que este reduz o impacto sobre os sistemas de tratamento de água e esgoto da Cidade.

Analisando o ponto de vista do usuário do sistema de reúso, este, subitamente, passou a ter que atender a uma legislação que o obriga a realizar uma tarefa de certa complexidade técnica e com potenciais riscos à saúde. Ademais, na tentativa de cumprir com esta legislação, esse usuário se deparou com um mercado de produtos e serviços escasso e despreparado para atender a demanda de projetos, produtos e serviços referentes ao tratamento de esgoto. Por outro lado, é preciso atentar que ainda é necessário o aprimoramento das tecnologias atuais para que se tornem mais confiáveis e de fácil gestão, operação e de pouca manutenção.

O reúso de água cinza ainda é uma novidade na construção civil, sendo um grande desafio para o mercado imobiliário convencer seus clientes das vantagens em adquirir um imóvel num prédio ambientalmente sustentável. Um fator considerável é que o valor desse imóvel possui um acréscimo em torno de 2,5 à 3,0% no preço de venda em relação aos imóveis convencionais, o que, por exemplo, para uma construção de R\$200.000,00, corresponde a aproximadamente R\$5.000,00 (BLANCO, M., p. 35, 2008). Embora seja considerado de pouco impacto financeiro, este valor influi significativamente na decisão de compra do usuário.

Todavia, cabe ressaltar que edificações ecoeficientes possuem custos operacionais 14% inferiores às convencionais e que o tempo de retorno do investimento é relativamente rápido,

apresentando uma taxa de retorno de aproximadamente 4% ao mês (um rendimento superior à média do mercado) de 4 a 8 anos, devido à economia na conta de água tratada do sistema público de abastecimento (BLANCO, M., p. 35, 2008). Aos poucos, estes diferenciais passam a ser percebidos por compradores exigentes e conscientes com relação à sustentabilidade, tornando-se uma demanda que tem se intensificado no mercado.

Percebendo a expansão do mercado de reúso de água no Brasil, o anteriormente precário mercado de produtos e serviços ligados ao reúso já começa a demonstrar mudanças significativas para melhor atender às expectativas desse novo consumidor. Aos poucos, cada vez mais empresas surgem no mercado brasileiro oferecendo soluções que atendam às necessidades dos usuários de águas cinzas tratadas (tais como manutenção, controle de qualidade/quantidade da água, projetos e demais serviços referentes ao reúso). À medida que a legislação for estabelecendo regras aplicáveis aos investimentos privados, a tendência será de incremento na oferta.

Após avaliar vários aspectos referentes à problemática do reúso de águas cinzas em edificações residenciais, através do desenvolvimento deste trabalho e respondendo à questão de pesquisa, constata-se que não é possível o total atendimento dos requisitos da lei por parte dos usuários residenciais em Porto Alegre baseando-se na atual legislação municipal. Concomitantemente ao déficit na legislação municipal, as leis federais também carecem de regulamentação específica que aborde adequadamente, de forma ampla e detalhada, a questão do reúso de águas cinzas em edificações residenciais.

Constata-se, portanto, que há necessidade de criar meios que facilitem a implantação e desenvolvimento da questão voltada ao reúso das águas cinzas, de modo que possa ser efetivamente praticada. Assim, cabe aos órgãos competentes desenvolverem ações que incentivem, instruam e ajudem os usuários ou responsáveis técnicos a atender a legislação vigente no município. Como exemplos de ações a serem realizadas, pode-se citar: estudos regionais para a caracterização da água cinza; cadastro de empresas junto ao município (que respondam pelo tratamento e qualidade da água cinza tratada) e criação de incentivos fiscais que estimulem a disseminação de sistemas de reúso.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.969**: tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

BAZZARELLA, B. B. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não-potável em edificações**. 2005. 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

BLANCO, M. Ecoeficiência: performance verde. **Construção Mercado**: negócios de incorporação e construção, São Paulo, n. 87, p. 2-39, out. 2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei Federal n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, DF, 1997. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm>. Acesso em: 15 abr. 2011.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Portaria n. 518/GM, de 25 de março de 2004. Dispõe sobre Controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF, 2004. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2010.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF, 2005a. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2010.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 54, de 28 de novembro de 2005. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências. Brasília, DF, 2005b. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=61:produtos-ctct&catid=11:ctct&Itemid=72>. Acesso em: 10 dez. 2010.

BORGES, L. Z. **Caracterização da água cinza para promoção da sustentabilidade dos recursos hídricos**. 2003. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BREGA FILHO, D.; MANCUSO, P. C. S. Conceito de reúso de água. In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. (Ed.). **Reúso de água**. São Paulo: Manole, 2003. p. 21- 36. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=ATxDFRuxlnUC&pg=PA21&lpg=PA21&dq=Conceito+de+re%C3%BAso+de+%C3%A1+gua.+In:+MANCUSO&source=bl&ots=Gn5UWaLp5&sig=043AFB_TfMnHgkJL5KtFBCAdxIQ&hl=pt-

BR&ei=O5Q6TKG9MIP_8Aaf4dSoBg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=2&ved=0CBsQ6AEwAQ#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 15 abr. 2010.

CARNEIRO, A. L. A. **Aproveitamento da água da chuva e proveniente do esgoto secundário (águas cinzas)**. 2008. 17 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Coordenação Acadêmica da Escola de Engenharia Civil, Universidade Católica do Salvador, Salvador, 2008. Disponível em: <http://info.ucsal.br/banmon/Arquivos/ART_151208.doc>. Acesso em: 20 abr. 2010.

COSTA, C. H. A.; ILHA, M. S. O. Legislação para o aproveitamento de águas cinzas em edifícios residenciais: o caso da cidade de Guarulhos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS, 2., 2009, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2009. Disponível em: <<http://www.cesec.ufpr.br/sispred/atas/artigos/227%20final.pdf>>. Acesso em: 29 maio 2010.

CURITIBA. Lei n. 10.785, de 18 de setembro de 2003. Cria no Município o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – PURAE. Curitiba, PR, 2003. Disponível em: <<http://domino.cmc.pr.gov.br/contlei.nsf/735cd5bfb1a32f34052568fc004f61b8/025c71c7e8d28a2e03256db10066058a?OpenDocument>>. Acesso em: 8 maio 2010.

DANTAS NETO, J. **Uso eficiente da água**: aspectos teóricos e práticos. Málaga: Eumed.net, 2008. v. 1. Disponível em: <<http://www.eumed.net/libros/2008c/447/447.zip>>. Acesso em: 20 mar. 2011.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Conservação e reúso de água em edificações**. São Paulo, Prol, 2005.

FERNANDES, V. M. C. Padrões para reúso de águas residuárias em ambientes urbanos. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE O USO DA ÁGUA NA AGRICULTURA, 2., 2006, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2006. Disponível em: <<http://www.upf.br/coaju/download/padroesreusoaguaII.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2011.

FIORI, S.; FERNANDES, V. M. C.; PIZZO, H. Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em edificações. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 19-30, jan./mar. 2006. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/3676/2042>>. Acesso em: 23 abr. 2010.

GARCIA, G. O.; CECILIO, R. A.; REIS, E. F. Qualidade, uso e reúso de água na agropecuária. In: JESUS JÚNIOR, W. C.; NICOLINE, H. O.; MARTINS, I. V. F.; VARGAS JUNIOR, J. G.; ALMEIDA, M. I. V.; CECILIO, R. A.; ALBANE, R. R. O.; VIANA, M. A. (Org.). **Novas tecnologias em Ciências Agrárias**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2007. p. 119-141. Disponível em: <<http://files.giovannigarcia.webnode.com/200000020-cd68dcf5c4/QUALIDADE%20E%20RE%20C3%9ASO%20DE%20C3%81GUA%20NA%20AGROPECU%20C3%81RIA.pdf>>. Acesso em: 29 maio 2010.

GIACCHINI, M. **Uso/Reúso da Água**. Paraná: CREA, [2009 ou 2010]. Disponível em: <<http://www.crea-pr.org.br/crea3/blog/cadernos/usoreuso.pdf>>. Acesso em: 2 jun. 2010.

GREGORY, J. D., LUGG, R., SANDERS, B. Revision of the national reclaimed water guidelines. **Desalination**, Amsterdam, v. 106, n. 1, p. 263-268, Aug. 1996. Disponível em:

<<http://www.ingentaconnect.com/content/els/00119164/1996/00000106/00000001/art00117>>. Acesso em: 10 jun. 2011.

HAFNER, A. V. **Conservação e Reúso de Água em Edificações**: experiências nacionais e internacionais. 2007. 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 75-95, out./dez. 2002.

LINDSTROM, C. **Greywater**: synopsis. Cambridge, USA, 1992. Disponível em: <<http://www.greywater.com/synopsis.htm>>. Acesso em: 5 jul. 2010.

NASCIMENTO, J. M. **Desafios da Engenharia Frente ao Reúso de Água Cinza em Edificações na Cidade de Porto Alegre**. 2009. 53 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PORTO ALEGRE. Secretaria de Planejamento Municipal. Lei Orgânica do Município de Porto Alegre, de 3 de abril de 1990. Institui a Lei Orgânica no Município de Porto Alegre. Porto Alegre, RS, 1990. Disponível em: <http://www.camarapoa.rs.gov.br/biblioteca/legislacao_municipal/Legislacao_Municipal.htm>. Acesso em: 2 maio 2011.

_____. Secretaria de Planejamento Municipal. Lei 10.506, de 5 de agosto de 2008. Instituiu o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas. Porto Alegre, RS, 2008. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/500602/lei-10506-08-porto-alegre-rs>>. Acesso em: 2 jun. 2010.

_____. Secretaria Municipal de Saúde. Decreto n. 16.305, de 26 de maio de 2009. Regulamenta a Lei nº 10.506, de 5 de agosto de 2008, que institui o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas. Porto Alegre, RS, 2009. Disponível em: <http://www.camarapoa.rs.gov.br/biblioteca/legislacao_municipal/Legislacao_Municipal.htm>. Acesso em: 15 maio 2011.

RODRIGUES, R. S. **As dimensões legais e institucionais do reúso de água no Brasil**: proposta de regulamentação do reúso no Brasil. 2005. 177 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANTOS, D. C.; FROEHNER, S. Qualidade da água pluvial e da água cinza nas edificações: estudo comparativo. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS, 10., 2007, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Reuse of effluents**: methods of wastewater treatment and health safeguards – report of a WHO Meeting of Experts. Geneva, 1973. WHO Technical Report Series n. 517. Disponível em: <http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_517.pdf>. Acesso em: 25 maio 2010.

ANEXO A – Lei n. 10.506, de 5 de agosto de 2008, que institui o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas no município de Porto Alegre

LEI N. 10.506, DE 5 DE AGOSTO DE 2008.

Institui o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas.

O PREFEITO MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE.

Faço saber que a Câmara Municipal aprovou e eu sanciono a seguinte Lei:

Capítulo I

DAS DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Art. 1º Fica instituído o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas. Parágrafo único. O Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas objetiva a promoção de medidas necessárias à conservação, à redução do desperdício e à utilização de fontes alternativas para a captação e o aproveitamento da água nas edificações, bem como à conscientização dos usuários sobre a sua importância para a vida.

Art. 2º Para os fins desta Lei, considera-se:

- I – conservação o conjunto de ações que propiciam a redução da poluição e dos prejuízos por ela causados;
- II – uso racional das águas o conjunto de ações destinadas a evitar o desperdício de água;
- III – água potável aquela destinada ao consumo humano, cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade, não oferecendo riscos à saúde;
- IV – desperdício de água o volume de água potável dispensado, sem aproveitamento ou pelo uso abusivo;
- V – reaproveitamento das águas o processo pelo qual a água, potável ou não, é reutilizada para o mesmo ou outro fim;
- VI – Serviço de Abastecimento Público de Água o conjunto de atividades, instalações e equipamentos destinados a fornecer água potável para uma comunidade;

VII – fonte alternativa o local distinto do sistema de abastecimento público onde é possível captar a água para o consumo humano; e

VIII – águas servidas as águas que foram utilizadas em tanques, pias, máquinas de lavar, bidês, chuveiros, banheiras e outros equipamentos.

Capítulo II

DA CONSERVAÇÃO E DO USO RACIONAL DA ÁGUA

Art. 3º A conservação dos mananciais exige, dentre outras, as seguintes medidas:

I – a coleta e o tratamento de esgotos;

II – o controle da ocupação urbana;

III – o controle da poluição de córregos, rios e lagos; e

IV – a educação ambiental para evitar a poluição e o desperdício.

Art. 4º O uso racional das águas implica combate ao comprometimento dos mananciais e ao desperdício e compreende, principalmente:

I – o desenvolvimento e a disseminação de ações educacionais sobre a importância do uso racional da água para o ser humano e para o meio ambiente;

II – a progressiva substituição dos hidrômetros convencionais e a implantação de medição computadorizada, com telemetria, para o acompanhamento do consumo;

III – a correção sistemática de falhas no sistema de medição, bem como a detecção de eventuais vazamentos como resultado da maior eficiência no sistema de medição e leitura à distância; e

IV – a intensificação da fiscalização relativa a ligações irregulares ou clandestinas na rede de água e em ramais, assim como a fraudes nos hidrômetros.

Art. 5º Para combater o desperdício de água nas edificações, serão utilizados, dentre outros, os seguintes equipamentos:

I – bacias sanitárias de volume reduzido de descarga;

II – chuveiros e lavatórios de volumes fixos de descarga; e

III – torneiras com arejadores.

Parágrafo único. Nos condomínios, além dos equipamentos para o combate ao desperdício de água, serão instalados hidrômetros para medição individualizada do volume de água consumido.

Art. 6º Os sistemas hidráulico e sanitário das novas edificações serão projetados de modo a propiciar a economia e o combate ao desperdício de água, privilegiando a sustentabilidade dos recursos hídricos, sem prejuízo do conforto e da segurança dos habitantes.

Capítulo III

DO REAPROVEITAMENTO DAS ÁGUAS

Art. 7º O reaproveitamento das águas destina-se a diminuir a demanda de água, aumentando as condições de atendimento e reduzindo a possibilidade de inundações.

Art. 8º As ações de reaproveitamento das águas compreendem basicamente:

I – a captação, o armazenamento e a utilização de água proveniente das chuvas; e

II – a captação, o armazenamento e a utilização de águas servidas.

Art. 9º A água das chuvas será captada na cobertura das edificações e encaminhada a uma cisterna ou tanque para ser utilizada em atividades que não requeiram o uso de água potável proveniente do Serviço de Abastecimento Público de Água, tais como a lavagem de roupas, vidros, calçadas, pisos, veículos e a irrigação de hortas e jardins.

Art. 10. As águas servidas serão captadas, direcionadas por meio de encanamento próprio e conduzidas a reservatórios destinados a abastecer as descargas de vasos sanitários ou mictórios.

§ 1º VETADO.

§ 2º O regulamento desta Lei definirá parâmetros e procedimentos visando à economicidade das edificações e à viabilidade técnica para atender ao disposto no “caput” deste artigo.

Art. 11. As águas dos lagos artificiais e chafarizes de parques, praças e jardins serão provenientes de ações de reaproveitamento.

Parágrafo único. O disposto no “caput” deste artigo refere-se apenas ao inc. I do art. 8º desta Lei ou às águas do sistema público de abastecimento.

Capítulo IV

DAS DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 12. No caso de construções e reformas cujos projetos já tenham sido aprovados, o interessado em participar do Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas poderá solicitar especificações técnicas ou apresentar novo projeto que contemple a instalação dos equipamentos destinados ao reaproveitamento das águas.

Art. 13. O Poder Público poderá cadastrar as edificações que aderirem ao Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas para fins de estudos referentes a incentivos.

Art. 14. Na regulamentação do Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas, serão ouvidos, em audiências públicas, técnicos vinculados a atividades de preservação e conservação do meio ambiente.

Parágrafo único. A regulamentação estabelecerá os requisitos necessários à instalação e ao dimensionamento dos equipamentos destinados à conservação, ao uso racional e ao reaproveitamento das águas, com vista à aprovação dos projetos, visando à viabilidade técnica nos termos do § 2º do art. 10 desta Lei.

Art. 15. O não-cumprimento do disposto nesta Lei implica negativa de licenciamento para as edificações a serem executadas a partir da sua vigência.

Art. 16. Esta Lei entra em vigor 180 (cento e oitenta) dias a contar da data de sua publicação.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, 5 de agosto de 2008.

José Fogaça, Prefeito.

Miguel Tedesco Wedy, Secretário Municipal do Meio Ambiente.

Ricardo Gothe, Secretário do Planejamento Municipal.

Cassio Trogildo, Secretário Municipal de Obras e Viação.

Registre-se e publique-se.

Virgílio Costa, Secretário Municipal de Gestão e Acompanhamento Estratégico, em exercício.