

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CAMPUS LITORAL NORTE**

João Pedro Rosa Lenzi

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA PARA APOIO À GESTÃO DE
ATERROS DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL CLASSE A**

**TRAMANDAÍ
2021**

João Pedro Rosa Lenzi

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA PARA APOIO À GESTÃO DE
ATERROS DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL CLASSE A**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, como parte de
obtenção do título de bacharel em
Engenharia de Serviços.

Orientadora: Prof: Dra. Daniela Viana Dietz

TRAMANDAÍ

2021

RESUMO

A geração de resíduos provenientes da construção civil apresenta significativo crescimento a cada ano, atualmente no Brasil estima-se que aproximadamente 60 % do montante de resíduos gerados por ano tenha procedência direta da construção. Essa elevada geração resulta em impactos negativos diretos sobre o meio ambiente e o dia a dia da população. A partir da resolução nº 307 CONAMA de 2002 houve a regularização dos aterros de resíduos da construção civil classe A. O presente trabalho teve como objetivo criar uma ferramenta de apoio a gestão que analisa a conformidade dos aspectos de implementação, infraestrutura e operacional desses aterros. A elaboração da ferramenta partiu de um compilado de informações técnicas. A aplicação se deu em um aterro no município de Imbé-RS. Após aplicação e diagnóstico foi possível inferir o percentual de conformidade geral de 40%, 70% do local de implementação, 35% para infraestrutura e 34% para operacional, além disso, destacou-se as necessidades de intervenção curto, médio e longo prazo.

Palavras-chave: Resíduos da construção civil. Aterros de resíduos da construção civil classe A. Ferramenta de apoio a gestão.

ABSTRACT

The generation of solid construction waste shows significant growth each year, currently in Brazil it is estimated that approximately 60% of the amount of waste generated per year comes directly from construction. This high generation results in direct negative impacts on the environment and the daily lives of the population. Based on CONAMA Resolution No. 307 of 2002, were regularized landfills for solid construction waste type A. This work aimed to create a management support tool that analyzes the compliance of the implementation, infrastructure and operational aspects of these landfills. The elaboration of the tool started from a compilation of technical information. The application took place in a landfill in the municipality of Imbé-RS. After application and diagnosis, it was possible to infer the percentage of general compliance of 40%, 70% of the implementation site, 35% for infrastructure and 34% for operational, in addition, the short, medium and long term intervention needs were highlighted.

Key words: Solid Construction Waste, landfills for solid construction waste type A, Management Support Tool

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Projeção da geração de RCC horizonte de vinte anos	18
Figura 2 -Modelo de Sistema de Medição	23
Figura 3 - Aterro de RCC Classe A	28
Figura 4 - Proximidade Núcleos Habitacionais.....	41
Figura 5 - Alojamento	43
Figura 6 - Placa de sinalização do aterro	44
Figura 7 - Poste de iluminação externo.....	44
Figura 8 - Ponto de coleta água subterrânea	45
Figura 9 - Resíduos não pertencentes a classe licenciada	46
Figura 10 - Animal de grande porte dentro do aterro	49
Figura 11 - Fluxograma da atual forma de execução das atividades	55
Figura 12 - Fluxograma com novo mapeamento das atividades	56
Figura 13 - Setorização da área para triagem	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Perda de materiais pesquisa nacional 12 estados	16
Tabela 2 - Estimativa de Geração RCC t/dia em algumas cidades.....	17
Tabela 3 - Classificação do Aterros Sanitários.....	19
Tabela 4 - Requisitos divergentes	20
Tabela 5 - Requisitos convergentes	20

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRECON – Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

CONAMA – Conselho Nacional Do Meio Ambiente

IQA – Índice de Qualidade dos Aterros

PERS– Plano Estadual de Resíduos Sólidos

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

RCC – Resíduos da Construção Civil

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVO	13
2.1	Objetivo geral	13
2.2	Objetivo específicos	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1	Definição Resíduos da Construção Civil (RCC)	14
3.2	Desperdício Resíduos Construção Civil	15
3.3	Índice de Qualidade dos Aterros (IQA)	18
3.4	Indicadores de desempenho	21
4	METODOLOGIA	24
4.1	Primeira fase	24
4.2	Segunda fase	25
4.3	Terceira fase	27
5	RESULTADO	29
5.1	Ferramenta de apoio a gestão	29
5.1.1	Local de Implementação	29
5.1.2	Infraestrutura	31
5.1.3	Operacional	34
5.2	Aplicação da ferramenta	40
5.2.1	Local de Implementação	40
5.2.2	Infraestrutura	42
5.2.3	Operacional	46
5.3	Diagnóstico	50
5.3.1	Diagnóstico da categoria de local de implementação	50
5.3.2	Diagnóstico da categoria de Infraestrutura	51
5.3.3	Diagnóstico da categoria operacional	52
5.4	Propostas de melhoria	54
5.4.1	Curto prazo	54
5.4.2	Médio prazo	58
5.4.3	Longo Prazo	59

6	DISCUSSÃO	61
7	CONCLUSÃO	62
	REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

A urbanização acelerada junto ao crescimento populacional e grande industrialização ocorrida ao longo do tempo contribuíram para uma elevada geração de resíduos (PINTO 1999, FARIA 2002). Alternativas para mitigar sua geração, danos ambientais, riscos à saúde e manejo correto tem-se tornado cada vez mais relevante, tendo em vista a importância do desenvolvimento sustentável e reutilização de tais recursos.

Segundo os dados do relatório *What a Waste 2.0* do Banco Mundial em 2016 a geração de resíduos sólidos em escala global atingiu 2,02 bilhões t/ano. Já em âmbito nacional, conforme dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) em 2019 o Brasil atingiu o equivalente a 79.609.585 t/ano (ABRELPE, 2020). A indústria da construção civil tem forte impacto em tal índice, ao analisarmos o mesmo relatório da ABRELPE em 2019 o Brasil contou com a geração aproximada de 44.534.380 t/ano de resíduos provenientes da construção civil representando 56% do montante brasileiro gerado (ABREPEL, 2020).

Tal reflexo desta expressiva geração de resíduos provenientes da construção civil está cada vez mais presente no dia a dia da sociedade e pode ser vivenciada em muitos municípios do território brasileiro, devido ao crescente aumento de lugares irregulares para descarte, os chamados “bota-fora”. Os resíduos das atividades construtivas têm grande responsabilidade no contexto geral devido aos seus expressivos volumes gerados e por não receberem solução adequada, acabam por impactar o ambiente urbano e criando locais para proliferação de vetores de doenças (PINTO, 1999).

O setor da indústria da construção civil tem notória importância em países em desenvolvimento como Brasil, atuando fortemente na expansão de infraestrutura, habitação e gerando empregos em grande escala, atingindo significativas parcelas de inclusão social e econômica (FIALHO *et al.*, 2014). Apesar disso, o setor apresenta significativo percentual na geração de resíduos das atividades construtivas, problemática essa que vem sendo estudada, visando aumentar a eficiência e diminuir custos nos canteiros de obra.

A indústria da construção civil é ação antrópica de maior impacto sobre o meio ambiente, representando aproximadamente 50% da extração dos recursos naturais, além do elevado consumo de energia, onde quase 80% do gasto energético na

construção de uma edificação está relacionado a produção e transporte de materiais (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

Diante do atual cenário e projeções alarmantes, há uma crescente necessidade de integração entre os agentes geradores e captadores na gestão e manejo adequado dos resíduos da construção civil (RCC). Por consequência, políticas públicas paulatinamente foram tornando-se perceptíveis ao longo do tempo, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) publicou no dia 05 de julho de 2002 a resolução nº 307, onde proporciona diretrizes, critérios e procedimentos de forma a minimizar os impactos ambientais advindos exclusivamente dos resíduos da construção civil. Em 2004, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) lançou a **NBR 15.113** fixando requisitos mínimos de projeto, implementação e operação para aterros da construção civil caracterizados como classe A.

Além disso, com a finalidade de constituir um panorama com sólida base de informações das características dos diversos tipos de resíduos sólidos urbanos, agentes envolvidos e os fluxos ocorrentes por macro e microrregiões, sancionou-se no dia 02 de agosto de 2010 a **lei nº12.305** instituindo a Política nacional dos resíduos sólidos, sendo alguns de seus principais instrumentos a criação do **Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) e os Planos de Resíduos Sólidos**, onde os entes federativos União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios devem organizar e manter de forma conjunta, essas bases de informações, de modo a proporcionar maior acurácia da produção, gestão e manejo dos resíduos.

Todas essas ações foram importantes passos normativos para controle da geração, disposição e manejo adequado dos RCC, porém a realidade brasileira está longe de um equilíbrio utópico.

A **resolução nº 307** do CONAMA inviabiliza a disposição de resíduos da construção civil em aterros de resíduos sólidos urbanos. Sendo assim, a mesma resolução denomina os Aterro de resíduos classe A como local correto de disposição final desses resíduos.

Os resíduos classe A são classificados como reutilizáveis ou recicláveis em forma de agregados originados do processo de construção, demolição, reformas e reparos de edificações e obras de infraestrutura (CONAMA, 2002).

Os aterros de resíduos da construção civil classe A tem como objeto a captação e reserva desses materiais de forma segregada, tornando possível sua utilização futura ou, ainda, a disposição destes materiais, com vistas à futura utilização da área.

Segundo Levi Torres coordenador e administrador da Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON) o cenário operacional dos aterros de resíduos construção civil destoa-se das atividades preconizadas pelas normas 15.113/2004 e da resolução CONAMA nº 307/2002, servindo hoje como forma de disposição definitiva dos resíduos, potencializando os riscos ambientais e não gerando benefícios sociais e econômicos.

Portanto, acompanhar, monitorar e controlar as condições operacionais são pontos cruciais para a eficiência das políticas públicas vigentes e, conseqüentemente, para a garantia de proteção ambiental, sanitária e social inerentes a qualquer atividade potencialmente poluidora (CUNHA; RITTER; FERREIRA, 2020)

Atualmente existem ferramentas para avaliação da qualidade ambiental e operacional dos aterros sanitários, porém essas ferramentas apresentam requisitos genéricos para aplicação em aterros de resíduos da construção civil classe A, devido as características de infraestrutura e operacional desses aterros serem diferente, ocasionando dificuldade no diagnóstico para tomadas de decisões.

Com o intuito de contribuir nesta área do conhecimento o presente trabalho pretende atuar na melhoria da qualidade da gestão de aterros de resíduos da construção civil classe A

2 OBJETIVO

Neste t3pico s3o apresentados o objetivo geral e os objetivos espec3ficos conforme a seguir.

2.1 Objetivo geral

Elabora3o de uma ferramenta de apoio a gest3o para aterros de res3duos da constru3o civil classe A.

2.2 Objetivo espec3ficos

- Analisar e refinar a ferramenta por meio de uma aplica3o in loco da ferramenta;
- Elaborar um diagn3stico do local de estudo de caso;
- Identificar oportunidades de melhoria;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente capítulo tem como escopo conceitualizar as diferentes formas dos resíduos da construção civil, o desperdício gerado na indústria da construção, a funcionalidade da ferramenta do índice de qualidade dos aterros (IQA) e uso de indicadores de desempenho.

3.1 Definição Resíduos da Construção Civil (RCC)

As atividades da construção civil de limpezas de terreno, obras viárias, escavações, construções e reformas de edifícios compõem a origem dos resíduos da construção civil (PINTO, 1999).

De modo geral os resíduos da construção civil são compostos, em sua maioria, por restos de argamassas, tijolo, alvenaria, concreto, cerâmica, gesso, madeira e metais (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

A resolução nº 307 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) define os resíduos da construção civil como:

provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (BRASIL, 2002, p.1)

Devido as diferentes tipologias desses materiais alguns são possíveis de reciclagem e outros não, a mesma resolução posteriormente complementada pelas resoluções nº 348, 431 e 469 distingue as tipologias desses resíduos em classes como:

I – Classe A – são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II – Classe B – são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;

III – Classe C – são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;

IV – Classe D – são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. (BRASIL, 2002, p.3)

A separação por classe desses resíduos direcionou uma nova forma de despejo, a partir da resolução nº 307 foi estabelecido os Aterros de Resíduos da Construção Civil classe A, definidos como:

é a área tecnicamente adequada onde serão empregadas técnicas de destinação de resíduos da construção civil classe A no solo, visando a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente e devidamente licenciado pelo órgão ambiental competente (BRASIL, 2002, p.2)

Diante do exposto é necessário entender a tipologia dos resíduos, a fim de proporcionar a correta forma de descarte possibilitando a reintrodução dos mesmos na cadeia produtiva.

3.2 Desperdício na Construção Civil

A geração de resíduos provenientes das atividades construtivas não reflete somente uma perspectiva da situação de eficiência do setor, mas uma crescente preocupação sobre os diversos impactos de tais materiais no meio ambiente (FORMOSO *et al.*, 2002).

Quando voltamos a atenção aos desperdícios das atividades construtivas Souza *et al.* (1998) destacam a necessidade de clareza na medida dessas perdas, podendo as mesmas ser expressas em formas físicas (volume ou peso) ou financeiras.

Tais conceitos são despertados por Skoyles (1976 apud FORMOSO *et al.*, 2002) que distingue os desperdícios de forma direta e indireta, sendo o primeiro resultante de perda direta de materiais ocasionando resíduos construtivos e o segundo onde não há perda física direta de materiais, mas a incorporação de materiais em excesso devido à falta de especificações no projeto.

Em estudo conduzido por Galceran (2013) são destacados os principais fatores de desperdício nas atividades construtivas sendo eles:

- Perdas por superprodução
- Perdas por superdimensionamento
- Perdas por espera
- Perdas de transporte
- Perdas na produção
- Perdas ergométricas
- Perdas por qualidade do serviço

A gestão da obra está diretamente relacionada aos desperdícios de matérias, sendo assim, a redução pode se dar através de simples cuidados no recebimento, depósito, manuseio e armazenagem dos materiais (FORMOSO *et al.*, 2002).

Quantificar o volume de resíduo gerado para cada obra é algo dificultoso, pois está sujeito a diversas variáveis como sistema construtivo utilizado, a qualidade de mão-de-obra, além do gerenciamento adequado (PINTO, 1999).

A tabela 1 apresenta variabilidade das perdas de materiais comuns em processos construtivos convencionais brasileiros.

Tabela 1 - Perda de materiais pesquisa nacional 12 estados

Material	Pinto (1989)	Soibelman (1998)	FINEP/ ITQC (3)
Concreto usinado	1,5%	13%	9%
Aço	26%	19%	11%
Blocos e tijolos	13%	52%	13%
Cimento	33%	83%	56%

Cal	102%	–	36%
Areia	39%	44%	44%

Fonte: Pinto (1999)

A tabela comprova a variabilidade das perdas por material, sendo assim, demonstra a necessidade dos profissionais da construção conhecerem seus próprios índices, tendo em vista a racionalidade desses materiais.

A estimativa da geração de RCC é mais visível ao direcionarmos a atenção a quantificação em t/dia por alguns municípios brasileiros conforme apresentado pela tabela 2

Tabela 2 - Estimativa de Geração RCC t/dia em algumas cidades

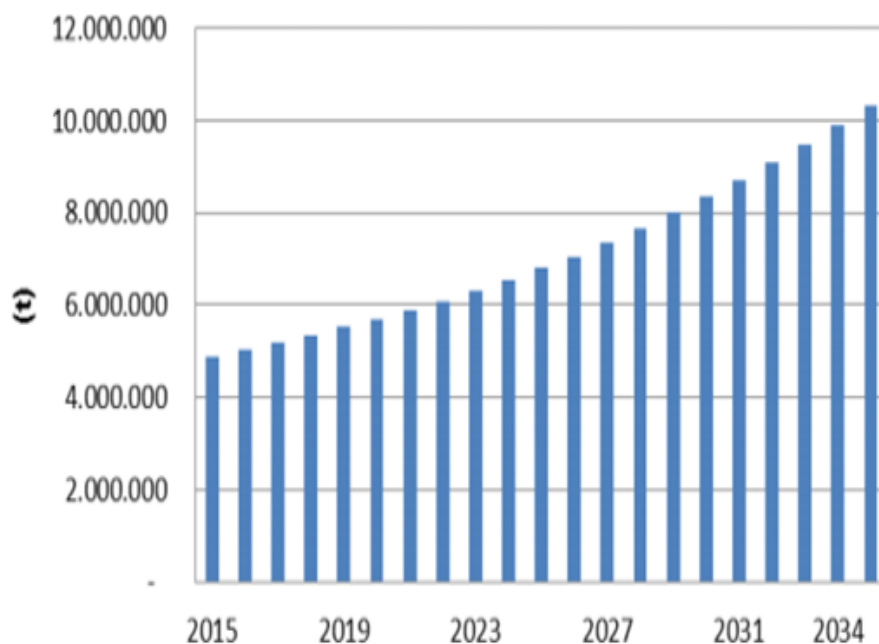
Cidade	RCC geração t/dia	% RCC em relação RSU	População (milhões de habitante)
São Paulo	5000	–	15
Porto Alegre	350	–	1,2
Ribeirão Preto	1043	67	0,5
Belo Horizonte	1200	51	2,0
São José dos Campos	733	65	0,5
Santo André	1013	58	0,6
Salvador	1700	37	2,2

Fonte: Adaptado de Carlesso (2015)

A geração de RCC compõem a grande maioria dos resíduos sólidos produzidos diariamente nas cidades conforme demonstrado, podendo vir a representar quase setenta por cento do montante total.

O Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande Do Sul (PERS-RS) calculou a projeção da geração de RCC (figura 1) para um horizonte de vinte anos demonstrando o aumento em cem por cento em tais índices, passando de 5.000.000 para 10.000.000 t/ano.

Figura 1 - Projeção da geração de RCC horizonte de vinte anos



Fonte: PERS-RS (2014)

A projeção evidencia uma realidade de necessidade de reintrodução de tais recursos na cadeia produtiva, devido sua elevada geração. Para Brasileiro e Matos (2015) fica claro que não é possível alcançar o desenvolvimento sustentável sem que a indústria da construção também se torne sustentável.

Lima *et al* (2014) destacam que a produção mais limpa aumenta a eficiência das empresas, diminui custos e resulta em maiores vantagens competitivas.

3.3 Índice de Qualidade dos Aterros (IQA)

De acordo Faria (2002) o Índice de Qualidade dos Aterros (IQA) é uma ferramenta de avaliação da qualidade ambiental e operacional dos aterros sanitários dividida nas categorias de características do local, infraestrutura e operacional ao qual avalia o aterro sanitário em três condições: inadequadas, controladas e adequadas, conforme respectiva nota resultante do processo de avaliação demonstrado na tabela 3.

Tabela 3 - Classificação do Aterros Sanitários

Classificação	Nota
Inadequado	0 a 5,9
Controlado	6,0 a 8,0
Adequado	8,1 a 10

Fonte: Faria (2002)

A ferramenta foi desenvolvida por meio de uma análise crítica e da metodologia de análise de valor sobre do Índice da Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR), sistema esse utilizado como forma de classificação de área de disposição final, introduzida pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), através do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares do Estado de São Paulo (FARIA, 2002).

O IQR é exemplificativo, sendo assim, possível de alterações. As mudanças tiveram como premissa acrescentar itens anteriormente não complementados e suprimir outros que apresentassem redundância sendo renomeada de Índice de Qualidade dos Aterros (FARIA, 2002).

Ao todo a ferramenta apresenta 48 indicadores divididos nas três categorias sendo:

- 10 indicadores de características do local;
- 16 indicadores de infraestrutura;
- 22 indicadores de operação.

Vale ressaltar que o IQA é uma ferramenta desenvolvida para aterros sanitários responsáveis pelo recebimento dos resíduos sólidos urbanos (RSU) ao qual detém grande quantidade de matéria orgânica. Sendo assim, apresenta diferentes requisitos de infraestrutura e operacionais em relação a Aterros de Resíduos da Construção Classe A, não podendo ser utilizada na íntegra para avaliação desses locais.

Conforme NBR 8419 (ABNT 1992) aterro sanitário é definido por:

Técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los

ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário (ABNT, 1992, p.1)

Como esse tipo de aterro possui uma elevada produção de lixiviados, originado de processos biológicos, químicos e físicos dos resíduos orgânicos a tabela 4 demonstra as atividades de divergência em relação a requisitos avaliativos para Aterros de Resíduos da Construção Civil Classe A.

Tabela 4 - Requisitos divergentes

Local de Implementação	Infraestrutura	Operacional
Disponibilidade de material para recobrimento	Sist. Drenagem de gás	Recobrimento dos resíduos
Permeabilidade do solo	Sist. Drenagem de chorume	—
—	Sist. Tratamento de chorume	—

Fonte: Autoria própria

Como os aterros de Resíduos da Construção Classe A não apresentam produção de lixiviados e o recobrimento dos resíduos não ser recomendado, todos itens que abordam essa problemática não são adequados a avaliação deste tipo de aterro.

Todavia a ferramenta apresenta pontos de similaridade podendo ser utilizada como referência em determinados indicadores. A seguir a tabela 5 elenca os aspectos de similaridade para avaliação.

Tabela 5 - Requisitos convergentes

Local de Implementação	Infraestrutura	Operacional
Hidrologia	Isolamento	Controle do recebimento de cargas
Vias de acesso	sinalização	Registro de operações

Distancias de núcleos habitacionais	Equipamentos necessários	Presença de catadores
Legalidade do local	Sistema de monitoramento lençol freático	Ausência de vetores aéreos ou criação de animais de grande porte
—	Sistema de impermeabilização da base	Inspeção / manutenção

Fonte: Autoria própria

Os requisitos de convergência que compõem proteção de coleções hídricas, levantamento de infraestrutura e operação necessária, podem ser adaptados para a realidade de aterro RCC classe A. Sendo assim, servem como parâmetro para verificação desses indicadores.

Diante do exposto IQA apresenta-se como uma ferramenta rigorosa de avaliação estabelecendo um critério geral de avaliação para aterros sanitários de qualquer porte. Isso permite a identificação dos problemas, estabelecendo as formas e diretrizes para ações de intervenção.

3.4 Indicadores de desempenho

O uso inicial de indicadores de desempenho tradicionalmente foi voltado para performance financeira das empresas medindo as vendas, retorno de investimento, lucros etc. (SANGER, 1998 apud KAGIOGLOU *et al.*, 1999).

De acordo com Neely (1997) como resultado do aumento na concorrência entre as organizações, mudança no foco estratégico, necessidades de flexibilização e inovação, os sistemas de indicadores passaram introduzir medidas quantitativas e qualitativas para avaliação de novas dimensões.

Os diferentes departamentos que compõem organizações ou instituições públicas utilizam-se de indicadores como uma ferramenta confiável para o monitoramento no desempenho da gestão (BARP *et al.*, 2014).

Conforme a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) o conceito de indicador é definido como:

parâmetro, ou valor calculado a partir dos parâmetros, fornecendo indicações sobre ou descrevendo o estado de um fenômeno, do meio ambiente ou de uma zona geográfica, de uma amplitude superior às informações diretamente ligadas ao valor de um parâmetro(OCDE, 2002. p 191)

Através dessa abordagem da OCDE (2002) o conceito de indicador é utilizado como uma variável de desempenho para dados coletados ou parâmetros já estipulados para determinada situação.

De acordo com Costa (2003) a medição de desempenho através de um indicador pode tornar visível pontos fracos ou fortes, destacando suas disfunções, estabelecendo programas de melhoria. Porém, Kagioglou *et al.* (1999) ressaltam que para haver uma gestão desempenho eficaz é necessário alinhar as corretas métricas com os objetivos estratégicos, utilizando as medidas certas para as coisas certas.

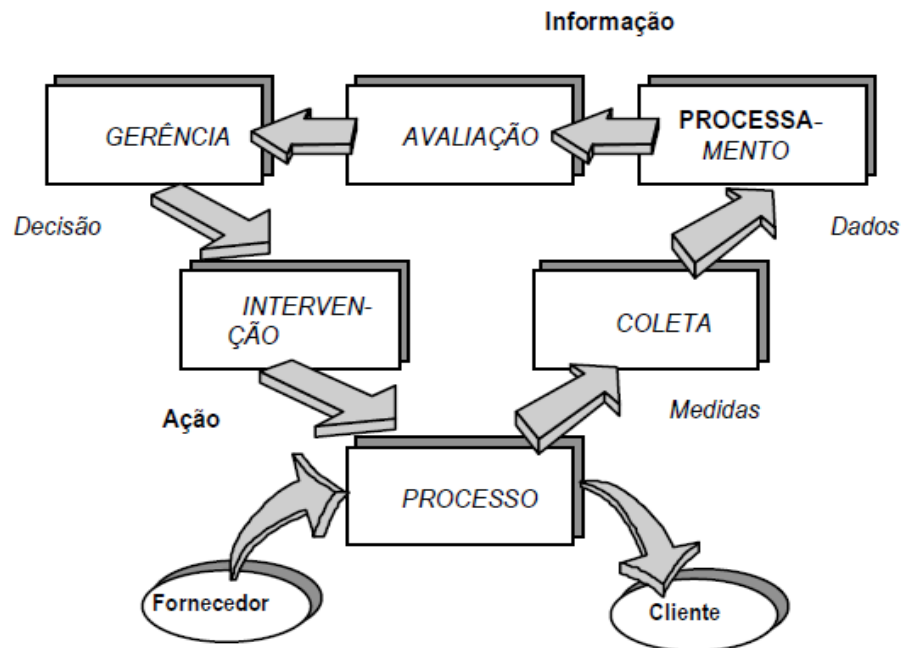
Neely (1997) sugere uma estrutura para construção de indicadores utilizando-se de onze elementos básicos sendo eles:

- Título
- Objetivo
- Relaciona à
- Alvo
- Fórmula
- Frequência de medida
- Quem irá medir?
- Bases de recurso
- Quem possui os dados de coleta?
- Oque ele faz?
- Notas e comentários

A estruturação proposta é uma sólida base para projetar indicadores, tornando compreensível seu objetivo, como medi-lo, onde buscar os dados e quem aplicará a medição.

A seguir a figura 2 apresenta o modelo de sistema de medição proposto por Sink e Tuttle (1993 apud COSTA, 2003) demonstrando o fluxo das informações geradas pela aplicação de indicadores.

Figura 2 -Modelo de Sistema de Medição



Fonte: Costa (2003) adaptado de Sink e Tuttle (1993)

Conforme modelo apresentado o indicador gera um ciclo de informação proporcionando a melhoria contínua do processo analisado, uma vez que após sua coleta, processamento e ação interventiva, o mesmo pode ser novamente avaliado e readaptado.

Tais abordagens e conceitos mostram que o indicador é uma “ferramenta” importante para medir, comparar, orientar e melhorar os processos desejados, tornando-se um forte instrumento de auxílio na gestão de desempenho.

4 METODOLOGIA

Com propósito de maior clareza e organização, este estudo divide-se em três fases: Na primeira fase foi realizado um levantamento técnico de ferramentas voltadas ao apoio da gestão ambiental e operacional de aterros RCC e similares, assim como análise de normas técnicas, resoluções e leis que tratem do assunto em questão; a segunda fase consistiu em compilar informações congruentes ao objetivo de pesquisa, sendo assim, produzindo a ferramenta; a terceira fase foi a escolha do local e aplicação da ferramenta gerando o diagnóstico e elaboração de proposições de melhoria.

4.1 Primeira fase

Através do levantamento técnico foi perceptível a inexistência de ferramentas de gestão voltadas exclusivamente para aterros RCC, sendo assim, utilizou-se como referência o Índice de Qualidade de Aterros (IQA) ferramenta utilizada para gestão de aterros sanitários, CONAMA nº 307 de 2002 e ABNT NBR 15.113 (2004).

- **Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos Urbanos (IQA)**

O IQA é uma ferramenta utilizada como forma de classificação a área de disposição final dos resíduos urbanos, constituído nas categorias de características locais, infraestrutura e operacional (Faria,2002).

- **CONAMA Resolução nº 307 de 2002**

A Resolução nº 307 do CONAMA é a primeira política pública que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos aos resíduos sólidos oriundos da atividade construtiva e de demolições, além de disciplinar ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.

- **ABNT NBR 15.113/2004**

A NBR 15.113/2004 está em convergência para atender as diretrizes, procedimentos e critérios do CONAMA nº 307 de 2002, pertencendo a um conjunto de Normas Brasileiras que abrangem os resíduos da construção civil, seus principais objetivos são:

- a) Fixar os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos sólidos da construção civil classe A e de resíduos inertes;
- b) Reservar materiais de forma segregada, possibilitando o uso futuro ou, ainda, a disposição destes materiais, com vistas à futura utilização da área;
- c) Proteger coleções hídricas superficiais ou subterrâneas próximas, das condições de trabalho dos operadores dessas instalações e da qualidade de vida das populações vizinhas. (ABNT, 2004, p.1)

4.2 Segunda fase

Após análise dos três documentos utilizados e compilação de informações, chegou-se à conclusão de confeccionar a ferramenta em três categorias, sendo: Local de implementação, Infraestrutura e Operacional. A ferramenta possui trinta indicadores, sendo cinco indicadores para local de implementação, dez para infraestrutura e quinze para operacional. Cada indicador possui nota mínima de zero e máxima de dois pontos, possibilitando nota final máxima de sessenta pontos. A nota final é o reflexo do grau de conformidade do aterro entre os requisitos apresentado para cada categoria. A ferramenta encontra-se disponível no **apêndice A**.

A seguir será explicado e demonstrado as equações que representam a conformidade de cada categoria.

- **Equação de conformidade para categoria local de implementação**

Ao todo cinco indicadores compõem esta categoria. Sendo assim, a nota máxima possível é dez pontos, o grau de conformidade é expresso pela equação:

$$L = \frac{1}{2n} \sum_{i=0}^n NI_i * 100$$

Legendas:

L = Grau de conformidade da categoria expressa em porcentagem

n = Representa o número de indicadores que a categoria possui.

NI_i = Representa a nota do indicador

100 = É utilizado como coeficiente de conversão para porcentagem

- **Equação de conformidade para categoria infraestrutura**

Ao todo dez indicadores compõem esta categoria. Sendo assim, a nota máxima possível é vinte pontos, o grau de conformidade é expresso pela equação:

$$I = \frac{1}{2n} \sum_{i=0}^n NI_i * 100$$

Legendas:

I = Grau de conformidade da categoria expressa em porcentagem

n = Representa o número de indicadores que a categoria possui.

NI_i = Representa a nota do indicador

100 = É utilizado como coeficiente de conversão para porcentagem

- **Equação de conformidade para categoria operacional**

Ao todo quinze indicadores compõem esta categoria. Sendo assim, a nota máxima possível é trinta pontos, o grau de conformidade é expresso pela equação:

$$O = \frac{1}{2n} \sum_{i=0}^n NI_i * 100$$

Legendas

O = Grau de conformidade da categoria expressa em porcentagem

n = Representa o número de indicadores que a categoria possui.

NI_i = Representa a nota do indicador

100 = É utilizado como coeficiente de conversão para porcentagem

- **Equação de conformidade para índice conformidade geral**

Após a avaliação de cada categoria é possível medir o índice de conformidade geral do aterro somando-se todos os itens avaliados, sendo assim, a nota máxima possível é sessenta pontos, o grau de conformidade é expresso pela equação:

$$Ct = \frac{1}{2n} \sum_{i=0}^n NI_i * 100$$

Legendas

Ct = Grau de conformidade da categoria expressa em porcentagem

n = Representa o número de indicadores que a categoria possui.

NI_i = Representa a nota do indicador

100= É utilizado como coeficiente de conversão para porcentagem

4.3 Terceira fase

O aterro que será utilizado funciona durante 8 horas por dia, todos os dias da semana e fica localizado na cidade do Imbé/RS (figura 3).

Conforme licença de operação o aterro possui área total de 39.948 m², sendo o empreendimento composto por:

- 12.500m² Área de aterro para resíduos Classe A que não possam ser reutilizados ou reaproveitados com.
- 2.700m² para Central de recebimento;
- Área de 5.200m² para as baias de armazenamento para os resíduos Classe A que serão reutilizados e para os resíduos provenientes de poda no local de triagem.

Figura 3 - Aterro de RCC Classe A



Fonte: Google Maps

5 RESULTADO

Neste capítulo, a descrição de cada indicador é apresentada em suas respectivas categorias, a ferramenta completa encontra-se no **apêndice A** deste trabalho.

O resultado de aplicação da ferramenta e diagnóstico serão apresentados para cada categoria, ficando as proposições de melhorias todas agrupadas.

5.1 Ferramenta de apoio a gestão

A necessidade de gestão e manejo corretos dos RCC deram origem a essa ferramenta de gestão, que teve como intuito elencar os requisitos necessário para um bom desempenho, podendo mensurar a conformidade geral e cada categoria avaliada. A seguir será demonstrado os aspectos técnicos que determinam a avaliação da ferramenta para cada categoria.

5.1.1 Local de Implementação

Um aterro deve ser implementado em uma localização onde vise mitigar as possíveis degradações ambientais, riscos à saúde, custos logísticos e estar de acordo com a legislação Ambiental.

❖ Proximidade de núcleos habitacionais

Conforme Faria (2002) um aterro deve estar a uma distância mínima de 500 metros do núcleo habitacional mais próximo, a fim de mitigar possíveis perturbações como poeira, fumaça, odores, ruídos etc.

São previstas duas possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 Pontos, quando há uma distância mínima de 500 metros;
- Não: 00 Pontos, quando não há uma distância mínima de 500 metros.

❖ Condições do sistema viário de acesso

Deve-se priorizar um levantamento da malha viária ao qual o aterro ficará submetido, a fim de garantir as melhores condições de acesso sob quaisquer condições climáticas, intensidade de trânsito e proximidade aos núcleos geradores de resíduo ocasionando assim um menor custo de transporte.

São previstas duas possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 Pontos, quando há boas condições de acesso;
- Não: 00 Pontos, quando não há boas condições de acesso.

❖ **Legalidade de localização**

As legislações vigentes ordenam restrições em diferentes escalas hierárquicas federal, estadual e municipal anteriormente a implementação de um aterro (FARIA, 2002). Sendo assim, é necessário a legalidade da área para implementação do aterro, não sendo vedada por lei.

São previstas duas possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 Pontos, quando é legalmente permitido instalar um aterro no local;
- Não: 00 Pontos, quando não há essa autorização.

❖ **Proximidade de corpos d'água**

O aterro deve obedecer a uma distância mínima de 200 metros de corpos d'água, a fim de impedir possíveis percolações e contaminação provenientes dos resíduos (FARIA, 2002).

São previstas duas possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 Pontos, quando a distância é igual ou superior a 200 metros;
- Não: 00 Pontos, quando a distância é menor de 200 metros.

❖ **Profundidade do lençol freático**

Entre a base do aterro e o nível mais alto do lençol freático deverá conter uma espessura de 3 metros ou mais de solo homogêneo, a fim de minimizar danos ao lençol freático (FARIA, 2002).

São previstas três possibilidades de pontuação:

- Maior que 3 metros: 02 pontos;
- Entre 1,5 e 3 metros: 01 Ponto;
- Menor de 1,5 metros: 00 Pontos.

5.1.2 Infraestrutura

A infraestrutura implementada deve possibilitar os desempenhos das atividades operacionais de manejo dos resíduos, triagem, disposição, monitoramento e segurança geral do aterro.

❖ Cercamento em todo o perímetro do terreno

O cercamento se faz necessário em todo perímetro do aterro de forma a impedir acessos de pessoas estranhas e animais, proporcionando também segurança para o local.

Além disso, o isolamento visual se faz necessário com o intuito de minimizar possíveis depreciações nos imóveis que circundam o aterro, podendo ser adotado a implementação de cerca viva arbustiva ou arbórea NBR 15113 (ABNT,2004).

São previstas três possibilidades de pontuação:

- Sim, com cerca viva: 02 Pontos, quando há um isolamento visual;
- Sim, sem cerca viva: 01 Ponto, quando não há um isolamento visual.
- Não: 00 Pontos, quando não há cercamento.

❖ Cercamento eletrônico

Um cercamento eletrônico adequado mantém maior segurança patrimonial e fiscalização da operacionalização do aterro.

São previstas duas possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 Pontos, quando há cercamento eletrônico;
- Não: 00 Pontos, quando não há cercamento eletrônico.

❖ Portaria/Guarita

A portaria/Guarita deve ser o único ponto possível de acesso ao interior do aterro tanto para veículos como para pessoas, devido sua função exclusiva de controle, além disso, deve-se manter em perfeito estado de operação sobre quaisquer condições climáticas, provendo anteparos contra chuva e ventos.

São previstas duas possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 Pontos, quando há Portaria/Guarita;
- Não: 00 Pontos, quando não há Portaria/guarita.

❖ **Alojamento para o pessoal técnico-operacional**

O aterro deve possuir área destinada ao uso coletivo de todos os funcionários, para guardar os EPI's, atendimento as necessidades fisiológicas básicas, zona recreativa etc.

São previstas duas possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 Pontos, quando há um alojamento;
- Não: 00 Pontos, quando não há alojamento.

❖ **Baias de acondicionamento de resíduos**

A separação dos resíduos através de suas tipologias pode ser auxiliada com a implementação de baias de acondicionamento. Além disso, as baias permitem maior eficácia operacional proporcionando maior limpeza e organização em todo o aterro, já que tais resíduos estarão em seus locais definidos para armazenamento.

São previstas duas possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 Pontos, quando há baias de acondicionamento;
- Não: 00 Pontos, quando não há baias de acondicionamento.

❖ **Sinalização e interna e externa do aterro**

O aterro deve possuir em bom estado de conservação e visibilidade sinalização externa na entrada e nas cercas.

Da mesma maneira, a sinalização interna pode possibilitar maior autonomia no ambiente físico onde ocorre o serviço, com a utilização de placas orientativas para local de descarga, saídas de emergência dentre outros.

São previstas duas possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 Pontos, quando há sinalização interna e externa;
- Não: 00 Pontos, quando não há sinalização interna e externa ou há parcialmente.

❖ **Iluminação e energia para ações convencionais e emergências**

Os requisitos da NBR 15113 (ABNT,2004) destaca a necessidade de o aterro possuir iluminação e energia para ações convencionais e emergências a qualquer momento, assim como o uso de variados equipamentos.

São previstas duas possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 Pontos, quando há iluminação e energia;
- Não: 00 Pontos, quando não há iluminação ou energia.

❖ **Monitoramento de águas subterrâneas**

É obrigatório o monitoramento das águas subterrâneas, nos aquíferos mais próximo a superfície. Podendo haver a isenção desse critério caso a área do aterro seja inferior a 10.000 m² ou dispensado por órgão ambiental competente NBR 15113 (ABNT,2004).

São previstas duas possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 Pontos, quando sistema de monitoramento;
- Não: 00 Pontos, quando não há sistema de monitoramento.

❖ **Sistema de drenagem pluvial**

A implementação de um sistema de drenagem pluvial tem como intuito otimizar a macrodrenagem do local, a fim de suportar grandes momentos de precipitação em determinados períodos do ano, contribuindo para a proteção de águas superficiais que se encontram no entorno do aterro e diminuir possíveis focos de vetores de doenças.

São previstas duas possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 Pontos, quando há sistema de drenagem pluvial;
- Não: 00 Pontos, quando não há sistema de drenagem pluvial.

❖ Sistema artificial de impermeabilização da base

Não há obrigatoriedade de impermeabilização da base em aterros de construção civil, porém em estudo conduzido por Cordoba (2014) detectou-se a existência do potencial de contaminação dos lixiviados gerados por esses resíduos, podendo poluir ou contaminar o solo e águas subterrâneas.

São previstas duas possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 Pontos, quando há sistema de impermeabilização da base;
- Não: 00 Pontos, quando não há sistema de impermeabilização da base.

5.1.3 Operacional

A categoria operacional apresenta quinze indicadores, descritos com as condições operacionais necessárias para o correto desempenho.

❖ Controle do recebimento de cargas

Conforme NBR 15113 (ABNT,2004) nenhum resíduo pode ser disposto no aterro sem que seja conhecida sua procedência e composição. Sendo assim, esta etapa caracteriza-se pela atividade de inspeção dos resíduos, onde é entregue a CTR (Controle de transporte de resíduo) ao funcionário para sua conferência. Sendo permitido somente resíduos licenciados para o aterro e redirecionando os não autorizados para seus locais apropriados de descarte.

Deve-se haver verificação da admissão de resíduos antes e depois da descarga no local, a fim de garantir que os resíduos admitidos estejam em conformidade com categoria do aterro (FARIA, 2002)

Em caso de desconformidade deste indicador a intervenção se faz necessária imediatamente. O controle de recebimentos de resíduos está entre as principais atividades desempenha na categoria operacional.

São previstas três possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 pontos, quando há o controle do CTR no recebimento de cargas;
- Parcialmente: 01 ponto, quando o controle permite o despejo sem o CTR;

- Não: 00 pontos quando não há controle algum sobre os resíduos que chegam.

❖ **Balança**

Uma balança devidamente instalada e aprovada pelo INMETRO nos locais de chegada do aterro permite maior controle da massa dos resíduos, proporcionando um maior controle no banco de dados sobre os materiais ali dispostos.

São previstas duas possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 pontos, quando há balança;
- Não: 00 pontos, quando não há balança.

❖ **Triagem dos resíduos**

A triagem deve ser realizada respeitando as classes de resíduos estabelecidas para disposição segregada destes resíduos.

Em caso de desconformidade desse indicador a intervenção se faz necessária imediatamente. A triagem de resíduos está entre as principais atividades desempenhada na categoria operacional, evitando o despejo de resíduos não pertencente a classe licenciada.

São previstas duas possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 pontos, quando há triagem de todo resíduo;
- Não: 00 ponto, quando não há triagem dos resíduos;

❖ **Desenvolvimento de ações educativas para o gerador**

As ações educativas visam reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação na origem, por meio de iniciativas do órgão municipal criando formas de demonstrar a importância de sua reutilização ou segregação correta para acondicionamento provisório em locais licenciados para o recebimento.

A produção de folders sobre reaproveitamento de materiais, workshops, campanhas de conscientização da comunidade dentre outros, podem ser consideradas como medidas de ações educativas.

São previstas duas possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 pontos, quando há ações educativas;
- Não: 00 pontos, quando não há nenhum tipo de ação educativa.

❖ **Equipamentos compatíveis para operação**

A presença de maquinários em aterros é de suma importância para realização das atividades básicas que se concentram diariamente no local. É necessário um estudo meticoloso, pois todos os equipamentos devem cumprir com as necessidades de trabalho ao qual são empregadas. Sendo assim, escavadeira, retroescavadeira, caminhão caçamba e triturador são maquinários compatíveis nas operações diárias.

São previstas três possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 pontos, quando tem todos os equipamentos necessários para o bom funcionamento operacional;
- Parcialmente: 01 ponto, quando não possui todos os equipamentos necessários;
- Não: 00 ponto, quando não possui nenhum equipamento.

❖ **Presença de catadores**

Conforme a **lei nº12.305** deve ser fomentado programas de participação para cooperativas ou catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis. Tais ações otimizam as atividades operacionais e criam uma rede de integração social formada com pessoas de baixa renda.

São previstas duas possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 pontos, quando há presença de catadores;
- Não: 00 pontos, quando não há presença de catadores.

❖ **Envio de resíduos classe A para usinas de reciclagem**

Os RCC de classe A possuem grande potencial de uso para serem transformados em agregados com características de aplicação em obras de infraestrutura e edificações. O envio para áreas destinadas ao beneficiamento destes resíduos colabora com um modelo economia circular e sustentável reintroduzindo os resíduos novamente na cadeia produtiva.

São previstas duas possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 Pontos, quando há o envio para áreas de reciclagem;
- Não: 00 Pontos, quando não há o envio para áreas de reciclagem.

❖ Equipamentos de segurança individual

É obrigação do órgão gestor do aterro a averiguação da disponibilidade e correta utilização dos equipamentos de proteção individual (EPI's) contra acidentes e doenças ocupacionais por parte dos funcionários.

1. Botas;
2. Luvas;
3. Óculos;
4. Protetor auricular;
5. Capacetes;
6. Uniformes.

São previstas duas possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 pontos, quando há todos EPI's disponíveis;
- Não: 00 Ponto, quando não há EPI's disponíveis.

❖ Controle do monitoramento

Deve haver uma de coleta periódica para controle de informações sobre a qualidade das águas subterrâneas suscetíveis de serem afetadas por descargas do aterro. Os aquíferos não devem perder os padrões de potabilidade fixados na legislação.

São previstas duas possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 Pontos, quando há o monitoramento do sistema de águas subterrâneas;
- Não: 00 pontos, quando não há nenhum tipo de controle

❖ Inspeção / manutenção

Segundo a NBR 15113 (ABNT,2004) deve ser consolidado um plano de inspeção e manutenção do aterro, onde deve-se controlar:

1. Os sistemas de drenagem, em especial após períodos de muita precipitação;
2. Controlar a estabilidade do aterro;
3. Controlar a dispersão de material particulado e emissão de ruídos;
4. Assegurar a segurança ocupacional dos operadores da instalação;
5. Controle preventivo e corretivo dos maquinários e infraestrutura instalada.

São previstas duas possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 pontos, quando há um plano de inspeção e manutenção;
- Não: 00 pontos, quando não há um plano de inspeção e manutenção.

❖ **Registro de operação**

O registro das atividades operacionais deve ser mantido no aterro mesmo após encerramento das atividades, contendo as seguintes informações conforme NBR 15113 (ABNT,2004):

1. O montante e a descrição dos resíduos recebidos e a data de disposição junto com cada CTR
2. Quando houver reserva de resíduos, indicação do setor onde o resíduo foi disposto;
3. descrição, quantidade e destinação dos resíduos rejeitados;
4. descrição, quantidade e destinação dos resíduos reaproveitados;
5. Registro das análises efetuadas nos resíduos;
6. Arquivo com datação dos dias de inspeção/manutenção e acidentes.

São previstas três possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 Pontos, quando há um registro de operação;
- Parcialmente: 01 ponto, quando há registro de somente alguns dados;
- Não: 00 Pontos, quando não há registro de operação.

❖ **Existência de plano de atendimento a emergências**

O plano de emergência deve reunir e descrever possíveis situações de risco que o aterro está sujeito, padronizando os procedimentos adotados em casos de emergência, tornando as ações dos operadores mais eficientes até que todos estejam em segurança.

São previstas duas possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 pontos, quando há existência de um plano de emergências;
- Não: 00 pontos, quando não há um plano de emergências.

❖ **Ausência de vetores aéreos ou de criação de animais de grande porte**

Denomina-se como vetores aéreos todos os tipos de organismos possíveis de transmissões de doenças infecciosas para seres humanos, mais especificamente insetos como: Mosquitos, carrapatos, pulgas dentre outros.

Além disso, é inviável a criação de animais de grande porte (Vacas, ovelhas etc.) no perímetro do aterro, a fim de diminuir possíveis riscos à saúde no consumo de tais alimentos.

São previstas duas possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 pontos, quando há ausência ambos.
- Não: 00 Pontos, quando há presença de vetores aéreos, animais ou ambos.

❖ **Treinamento**

Os responsáveis pela gestão do aterro devem fornecer treinamento para os funcionários sobre a correta forma de operação, dando-se ênfase em atividades específicas, além dos procedimentos a serem adotados em casos de emergência NBR 15113 (ABNT,2004).

São previstas duas possibilidades de pontuação

- Sim: 02 pontos, quando há treinamento sistemático;
- Não: 00 pontos, quando não há treinamento.

❖ **Plano de fechamento do aterro**

Todo aterro deve ter um plano de encerramento das atividades com data aproximada, ou seja, uma programação com base em sua área disponível para disposição de materiais conforme sua demanda. Além da descrição dos usos futuro da área após esse término.

São previstas duas possibilidades de pontuação:

- Sim: 02 pontos, quando há um plano de fechamento do aterro;
- Não: 00 Pontos, quando não há um plano de fechamento do aterro.

5.2 Aplicação da ferramenta

A aplicação ocorreu no dia 29 de abril de 2021 às 15:00h do horário de Brasília e teve duração aproximada de 1 hora e 30 minutos, contando com a participação do Chefe da central de triagem/Aterro e um estagiário.

O aterro apresentou conformidade geral de 40%, a seguir é demonstrado a conformidade por cada categoria.

5.2.1 Local de Implementação

A categoria local de implementação foi a primeira a ser avaliada, anteriormente a avaliação foi demonstrado e explicado os indicadores para os funcionários que participaram. A seguir segue o resultado da aplicação.

- Proximidade de núcleos habitacionais

O Aterro localiza-se dentro de uma zona urbana, sendo circundado por casas e uma escola de ensino fundamental conforme (figura 4), não obedecendo a uma distância mínima ideal de 500 metros. A nota resultante desse indicador é zero.

Figura 4 - Proximidade Núcleos Habitacionais



Fonte: Google Maps

- Condições viárias de acesso

O acesso para o aterro fica localizado na R. Machado de Assis, sendo essa constituída de calçamento paralelepípedo apresentando algumas irregularidades em sua extensão, sua principal conexão é através da Av. Paraguassú, principal via urbana do município apresentando asfalto em toda sua extensão facilitando o deslocamento dos veículos de transporte. Além disso, o aterro localiza-se em um ponto medial da área municipal, caracterizando-se por ser um local de fácil acesso de qualquer setor da cidade. A nota resultante desse indicador é dois.

- Legalidade da localização

Em análise ao plano diretor o aterro fica situado dentro de uma zona rural de expansão urbana (Z2) onde não consta restrições para esse tipo de atividade. A nota resultante desse indicador é de dois.

- Proximidade de corpos D'água

O rio três forquilhas é corpo D'água mais próximo ao aterro, sendo essa distância estimada em 948 metros¹. a nota resultante desse indicador é dois.

¹ Estimativa observada no Google Maps

- Profundidade do lençol freático

Em informação prestada pelos funcionários o início do lençol está há aproximadamente dois metros e meio do início do solo. A nota resultante desse indicador é um.

- Nota e índice de conformidade

Após a aplicação da ferramenta a categoria obteve sete pontos de dez, resultando em conformidade de 70% do local de implementação.

5.2.2 Infraestrutura

A categoria de infraestrutura foi a segunda avaliada, anteriormente a avaliação foi demonstrado e explicado os indicadores para os funcionários que participaram. A seguir segue o resultado da aplicação.

- Cercamento do perímetro

O Aterro apresenta cercamento quase inexistente e de pouca qualidade tendo diversos pontos com acesso livre ao local, além disso, não apresenta nenhum sistema de obstrução visual. A nota resultante para esse indicador é zero.

- Cercamento eletrônico

Não há nenhum tipo de cercamento eletrônico resultando em nota zero.

- Portão com controle de acesso (portaria/guarita)

O aterro conta com funcionários na portaria para controle dos veículos que chegam, porém, essa atividade é exercida ao ar livre sem contar com nenhum tipo de estrutura. A nota resultante do indicador é um.

- Alojamento para pessoal técnico-operacional

O alojamento fica situado na entrada do aterro (figura 5) apresenta um banheiro, sala e uma cozinha, sendo utilizado por todos os funcionários. A nota resultante desse indicador é dois.

Figura 5 - Alojamento



Fonte: Autoria própria

- Baías de acondicionamento

O aterro não dispõe de baias para acondicionamento dos resíduos de poda sendo os mesmos dispersos ao ar livre em local selecionado. A nota resultante desse indicador é zero.

- Sinalização interna e externa do aterro

O aterro não apresenta placas de sinalização em seu perímetro e em nenhuma via urbana detalhando sua localização, apenas uma placa de identificação no local de acesso (figura 6) em mal estado de conservação. A nota resultante do indicador é zero.

Figura 6 - Placa de sinalização do aterro



Fonte: Autoria própria

- Iluminação e energia para ações convencionais e emergenciais

O aterro conta com apenas um poste de iluminação interna (figura 7) e rede elétrica somente dentro do alojamento. A nota resultante do indicador é zero.

Figura 7 - Poste de iluminação interno



Fonte: Autoria própria

- Monitoramento das águas subterrâneas

São dispersos quatro pontos de coleta (figura 8) ao longo do aterro para monitoramento da qualidade da água subterrânea. A nota resultando do indicador é dois.

Figura 8 - Ponto de coleta água subterrânea



Fonte: Autoria própria

- Sistema de drenagem pluvial

O aterro não apresenta sistema de drenagem, todavia foram construídas valas ao seu redor com intuito de escoamento da água oriunda da chuva. A nota resultando desse indicador é dois.

- Sistema artificial de impermeabilização da base

A licença de operação do aterro não apresenta nenhum tipo de sistema de impermeabilização da base para tratar dos efluentes, caso venha ser gerado algum percolado, esse será drenado por gravidade. A nota resultando desse indicador é zero.

- Nota e índice de conformidade

Após a aplicação da ferramenta a categoria obteve sete pontos de vinte, resultando em conformidade de 35% de infraestrutura.

5.2.3 Operacional

A categoria de operacional foi a terceira avaliada, anteriormente a avaliação foi demonstrado e explicado os indicadores para os funcionários que participaram. A seguir segue o resultado da aplicação.

- Controle e recebimento de cargas

A aferição da tipologia dos resíduos é feita logo na entrada do aterro, contudo os resíduos que contabilizarem volume menor que 2 m³ estão isentos de apresentar a CTR, ao verificar o montante dos resíduos dispostos no local é perceptível que há identificação de objetos não pertencente a classe dos licenciados para o aterro (figura 9). A nota resultante desse indicador é um.

Figura 9 - Resíduos não pertencentes a classe licenciada



Fonte: Autoria própria

- Balança

O aterro não dispõe de balança para aferição da massa residual. A nota resultante desse indicador é zero.

- Triagem de resíduos no local

A única triagem que ocorre é a da separação dos resíduos de poda. A nota resultante desse indicador é zero.

- Desenvolvimento de ações educativas para o gerador

A partir do momento da efetuação do cadastro de uma nova transportadora é entregue um folder informativo contendo os horários de funcionamento e tipos de resíduos permitidos para disposição e os proibidos, não havendo nenhum outro modelo desenvolvido. A nota resultante para este indicador é zero.

- Equipamentos compatíveis para operação

O aterro não possui disponibilidade todos os dias de maquinário para operação, sendo alocado em dias intermitentes da semana uma retroescavadeira e um escavadeira. A nota resultante desse indicador é um.

- Presença de catadores

Há presença constante de catadores, apesar disso a forma de acesso é descontrolada não havendo um cadastro da quantidade de pessoas que frequenta diariamente o aterro e quantidade de material por eles recolhidos. A nota resultante desse indicador é um.

- Envio dos resíduos classe A para locais de reciclagem

Não há nenhum tipo de envio dos resíduos para locais de reciclagem. A nota resultante desse indicador é zero.

- Equipamentos de segurança individual

Os funcionários recebem equipamentos de segurança, porém foi perceptível que nenhum deles fazia a utilização dos mesmos. A nota resultante desse indicador é um.

- Controle de monitoramento

Conforme relato dos funcionários a uma periodização para coleta da água subterrânea, sendo que última amostragem não apresentou resultados significativos de mudança nos valores médios de potabilidade. A nota resultante desse indicador é dois .

- Inspeção / manutenção

Conforme relato dos funcionários ocorre somente manutenções corretivas, sendo que por vezes ainda há uma morosidade para essas ações. Não há nenhum plano de inspeção e manutenção. A nota resultante desse indicador é zero.

- Registro de operação

O único registro efetuado no aterro é recorrente ao armazenamento de CTR's ao término do dia e anotação das placas dos veículos que entram no local, posteriormente esses documentos são convertidos para um arquivo digital, não havendo outros tipos de registro. A nota resultante desse indicador é um.

- Existência de plano de atendimento a emergências

Não há nenhum plano para atendimento de emergências. A nota resultante desse indicador é zero.

- Ausência de vetores aéreos ou criação de animais de grande porte

Não é perceptível a presença de vetores aéreos tais como moscas, mosquitos, pulgas dentre outros, contudo eventualmente animais de grande porte invadem a área do aterro (figura 10), devido à falta de cercamento do local. A nota resultante desse indicador é zero.

Figura 10 - Animal de grande porte dentro do aterro



Fonte: Autoria própria

- Treinamento

Ao questionar os funcionários sobre a realização de treinamento para o *modus operandi* que deveriam desempenhar, foi relatada a inexistência desse tipo de atividade. A nota resultante desse indicador é zero.

- Plano de fechamento do aterro

A Licença de operação tem uma validade estipulada, antecipando-se ao término desse prazo é realizado um novo estudo para verificação da possibilidade de prorrogação operacional do aterro. A nota resultante desse indicador é dois.

- Nota e índice de conformidade

Após a aplicação da ferramenta a categoria obteve dez pontos, resultando em conformidade de 34 % operacional.

5.3 Diagnóstico

Foi elaborado um diagnóstico para cada categoria considerando tanto as observações constatadas pela utilização da ferramenta quanto pelos relatos dos funcionários.

5.3.1 Diagnóstico da categoria de local de implementação

Após aplicação da ferramenta a categoria local de implementação apresentou sete pontos o equivalente a 70% de conformidade.

Segundo os funcionários, anteriormente a implementação do aterro os terrenos vazios eram utilizados de forma irregular pela população para o descarte de resíduos da construção civil e resíduos mobiliários mantendo-se constantemente cheios, ocasionando custos direto ao cofre público para limpeza do local. A partir do ano de 2015 com a primeira Licença de operação aprovada pela secretaria de meio ambiente do município de Imbé institui-se oficialmente o aterro de resíduos da construção civil classe A no local.

Sendo assim, é perceptível que a escolha da área se deu devido às atividades ali anteriormente desempenhadas, não havendo um estudo de viabilidade das condições de núcleos habitacionais, características do solo, ambientais e malha viária. Todavia as características ambientais são propícias para esse tipo de atividade que se constitui de resíduos não perigosos e inertes. Além disso, não há corpos d'água próximo e não houve alterações significativas em recente estudo de amostragem da água subterrânea. No que condiz as características logísticas apesar da rua de acesso não possuir asfalto, a mesma tem uma baixa intensidade de trânsito e conecta-se com principal via urbana da cidade algo que facilita o transporte. A condição geográfica do local é favorável, pois situa-se em uma região central do município facilitando os acessos independente do setor ocasionando menor custo de transporte.

A problemática em questão das características locais é resultante da proximidade de núcleos habitacionais que indiretamente ocasiona depreciação imobiliária dos imóveis da redondeza, além disso, o terreno adjacente possui uma escola de educação fundamental algo que pode resultar em efeitos perniciosos devido ao ruído emitido do aterro pelo fluxo de veículos de grande porte e maquinários utilizados para operação.

5.3.2 Diagnóstico da categoria de Infraestrutura

Após aplicação da ferramenta a categoria de infraestrutura apresentou sete pontos equivalente a 35% de conformidade.

Os aterros de RCC não necessitam de um complexo conjunto de infraestrutura devido a simplicidade das atividades desempenhas, porém o local carece de pontos de melhoria, possuindo apenas dois requisitos mínimos exigidos, sendo eles:

- Ponto para coleta de água subterrânea;
- Alojamento para o pessoal técnico-operacional.

Conforme relato dos funcionários, é recorrente a presença de animais de grande porte dentro do local de operação, além do descarte irregular por parte da população aos fundos do terreno. Essas problemáticas devem-se à falta de cercamento apropriado tanto como forma **obstrutiva** a fim de impedir o livre acesso e **visual** o que diminuiria a depreciação imobiliária citada anteriormente. Cercamento eletrônico também se faz necessário para melhor controle da segurança patrimonial devido a prefeitura utilizar o aterro para armazenagem de alguns materiais construtivos como pavers de concreto, tubulações para expansão da rede de drenagem entre outros, a falta de cercamento pode facilitar o furto desses materiais ocasionando perdas financeiras por parte do poder público.

O aterro não possui baias de acondicionamento, há um galpão com aproximadamente 600 m², mas devido suas estruturas estarem comprometidas foi desabilitado, sendo os resíduos da construção civil todos agrupados em um mesmo local.

Outra problemática é referente a sinalização interna e externa, contando apenas com uma placa no local de acesso em estado degradado. Além disso, deveria haver placas de sinalização no entorno do terreno e outras na principal via urbana da cidade indicando as coordenadas de referência para chegada no local. Essa falta de sinalização pode resultar em uma menor eficiência na captação dos resíduos, pois dificulta o acesso por parte dos geradores que desconhecem o local de instalação do aterro.

O fornecimento de energia elétrica fica restrito somente ao alojamento e a iluminação externa fica a encargo de um único poste. O aterro possui uma significativa área, sendo assim, necessita de outros pontos de iluminação. Segundo os funcionários, já ocorreu a falta de abastecimento elétrico deixando o local sem

qualquer tipo de iluminação noturna, algo que dificulta o trabalho de vigilância que é desempenhado no turno da noite.

O aterro não dispõe de nenhuma infraestrutura para casos emergências como sirenes, extintores, hidrantes com mangotinho. Em casos de um imprevisto, os celulares de uso pessoal dos funcionários é o único meio de comunicação.

5.3.3 Diagnóstico da categoria operacional

Após aplicação da ferramenta a categoria operacional apresentou dez pontos o equivalente a 34% de conformidade.

A análise das condições operacionais começa a partir da chegada dos resíduos ao aterro. O controle de recebimentos de cargas é efetuado na entrada do local através de uma inspeção visual e recolhimento do CTR (quando os entulhos apresentam volume maior que 2m³) sem utilização de nenhum equipamento de auxílio para verificação dos resíduos, esse fato acaba propiciar o recebimento de resíduos não licenciados que encontram-se misturado nos entulhos. Além disso, conforme relatos, existe uma necessidade de alocação temporária de uma grande quantidade de itens mobiliários e pneus a fim de diminuir os descartes irregulares ao longo da cidade, onde semanalmente empresas do ramo privado buscam esses materiais para reciclagem.

No que se refere ao registro de operações essa atividade começou a ser realizada há pouco tempo, a partir da chegada de dois novos funcionários, que introduziram esse sistema. Porém, o registro contabiliza apenas veículos que chegam ao aterro e uma estimativa volumétrica dos resíduos transportados, não atendendo aos demais itens dessa categoria de avaliação.

Não há realização de triagem por tipologias de resíduos construtivos. Ocorre por vezes, uma pequena utilização de caliças dispostas em uma área específica para posteriormente serem utilizadas como matéria prima para aterrar obras. O fato de não haver triagem resulta em uma desconformidade com o principal objetivo de um aterro de resíduos classe A, que visa a reserva de materiais de forma segregada, possibilitando sua utilização futura.

No âmbito operacional, a forma como ocorre o despejo e manejo dos resíduos inviabiliza sua reutilização, pois conforme há o aumento do solo residual a vegetação circundante acaba encobri-lo, inviabilizando o envio desses materiais para locais de

beneficiamento devido ao custo oneroso para desenterrar, triar e transportar esses materiais. Outro condicionante para não realização da triagem dos materiais deve-se ao aterro não dispor de maquinário fixo para suas operações, sendo utilizada uma retroescavadeira e uma escavadora em períodos intermitentes o que acaba dificultando esse tipo de atividade que deveria ser realizada diariamente.

O aterro conta com a presença diária de catadores, porém sem nenhum tipo de controle. Conforme relatos dos funcionários, a Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Imbé (ASCAMARI) já se instalou anteriormente no local através de acordo vinculado com a prefeitura para exercer atividades de triagem dos resíduos da construção civil classe B,C e D que eram permitidos na licença de operação anterior., Entretanto, devido à falta de licença ambiental por parte da associação, e da gestão e recursos necessários acabou-se perdendo o controle e o aterro começou receber diversos resíduos, entre eles eletrônicos e demais recicláveis (não construtivos) levando o ministério público a determinar a retirada da associação até sua devida regularização. Foi relatado ainda elevada frequência de desentendimentos e confrontos físicos entre os catadores. Sendo assim, um controle de acesso com cadastro se faz necessário atualmente no aterro a fim de diminuir eventuais problemas e ter-se conhecimento de quem realiza essa atividade.

Outra problemática evidenciada foi em relação a utilização de EPI's. Em indagação feita aos funcionários sobre utilização e recebimento desses equipamentos, relataram possuir todos os itens necessários, porém ninguém faz a utilização. Alguns dias antes da aplicação da ferramenta ocorreu um acidente de trabalho ao qual um funcionário foi picado por algum inseto e sofreu reações alérgicas instantaneamente. Como não existe um plano de atendimento à emergência para os mais variados casos que podem vir a ocorrer dentro do campo de atividade, a única alternativa era deslocamento imediato do funcionário para o posto de saúde mais próximo para devido atendimento. Esse fato reitera a necessidade de uso obrigatório dos EPI's e criação de um plano de emergência. Além disso, deve haver treinamento periódicos com a finalidade de padronizar o serviço e manter a qualidade operacional do aterro, algo que até o momento não ocorreu.

5.4 Propostas de melhoria

Após o diagnóstico foi elencado proposições de melhorias, sendo estas, definidas em um horizonte de curto, médio e longo prazo dentro das categorias de infraestrutura e operacional. Vale ressaltar que todas as proposições têm como finalidade atingir aos requisitos expressos pela ferramenta, ou seja, tornar as atividades e infraestrutura do aterro mais congruentes ao seu objetivo. Além disso, os requisitos que compõem a avaliação local de implementação não são passíveis de alteração devido sua imutabilidade.

5.4.1 Curto prazo

As atividades que envolvem a categoria operacional são possíveis de intervenção a curto prazo, devido não necessitarem de grandes investimentos financeiros, apenas mudanças em suas formas de execução.

Objetivo de um aterro de RCC classe A é reservar materiais de forma segregada possibilitando seu uso futuro. Sendo assim, todos processos que compõem esse tipo de atividade devem-se enquadrar ao objetivo. Conforme o diagnóstico, atualmente não há um alinhamento entre as operações e a finalidade preconizada. Além disso, essa realidade não era perceptível por partes dos funcionários que desconheciam tal objetivo e possibilidade de reutilização dos resíduos.

A seguir é demonstrado ações de melhoria e sua finalidade de uso.

- **Mapeamento dos processos**

Torna-se necessário padronizar os processos para serem desempenhados da melhor forma atendendo todas as atividades inerentes a um aterro RCC classe A. Sendo assim, deve-se haver uma setorização do aterro para despejo provisório dos resíduos, posteriormente triagem e por fim despejo por tempo indeterminado em local apropriado. O controle do recebimento de cargas e triagem são de suma importância, pois compreendem as principais atividades que devem ser desempenhadas que possibilitarão a fácil captação e reintrodução desses materiais na cadeia produtiva. Para isso será necessária a criação de um plano de treinamento a fim de familiarizar os funcionários com a importância e necessidade de tais atividades operacionais.

A seguir são demonstrados dois fluxogramas figura 11 e figura 12, o primeiro aborda a atual forma de execução, sendo a segunda um novo mapeamento dos processos.

É utilizada a cor amarela para sinalizar o ponto onde deve-se ter maior atenção e necessariamente mudança em sua execução.

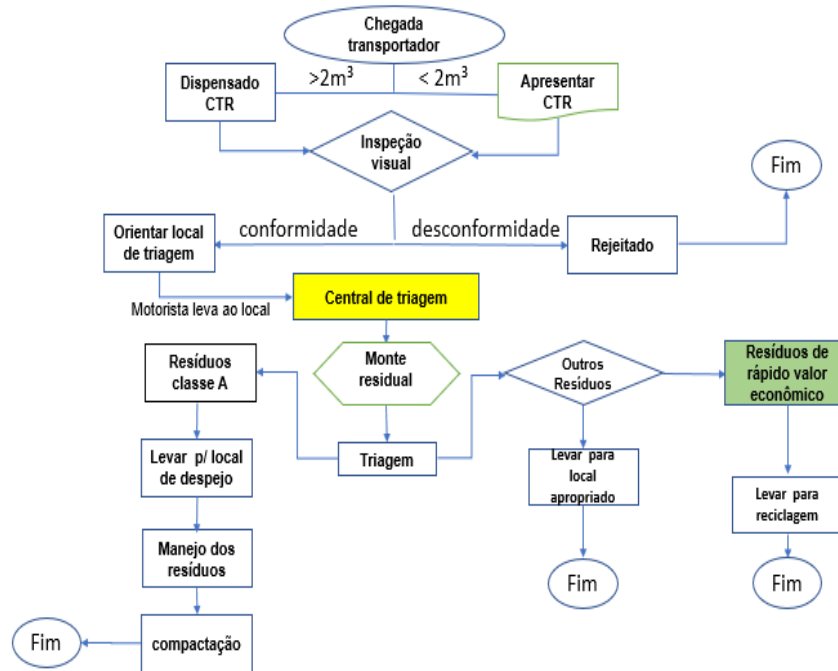
Figura 11 - Fluxograma da atual forma de execução das atividades



Fonte: Autoria própria

Conforme fluxograma apresentado ocorre somente uma inspeção visual na chegada dos entulhos e posteriormente estando em conformidade é direcionado para o local de descarte, sendo este utilizado como forma definitiva de despejo dos resíduos. Ocorre nesse ponto a grande problemática operacional, por vezes os entulhos apresentarem outras classes de resíduos misturados como B, C e D, além de resíduos urbanos proveniente das atividades domésticas.

Figura 12 - Fluxograma com novo mapeamento das atividades



Fonte: Autoria própria

Através do novo mapeamento de processos foram incluídas novas atividades e destacado na cor verde uma nova oportunidade. Os resíduos que anteriormente eram despejados de forma definitiva agora passam por um processo de triagem, essa atividade ocorre na central de triagem onde os mesmos são despejados de forma temporária, posteriormente separa-se os materiais conforme sua tipologia. Após esse processo de triagem os resíduos classe A seguem para local adequado de despejo, sendo os outros resíduos possíveis de duas ações:

- Primeira: Conduzir para o local correto de descarte conforme sua tipologia.
- Segunda: Rápida reintrodução na cadeia produtiva através de materiais que já possuem um valor por unidade de massa (kg), sendo eles: Plásticos, Papelão, Metais etc.

A presença de catadores no aterro deve-se justamente a obtenção desses materiais que já possuem valor instantâneo de mercado. Sendo assim, essa atividade propicia maior facilidade de captação dessa matéria-prima á menores custos e gerando um maior impacto distributivo social.

A seguir é demonstrado pela figura 13 uma proposta de setorização que propicie as mudanças das atividades.

Figura 13 - Setorização da área para triagem



Fonte: Autoria própria

O sombreamento na cor azul define as áreas inviáveis para a central de triagem, pois nesse setor encontra-se o atual monte residual e o terreno adjacente ser pertencente a uma escola, sendo assim, poderá sofrer com a intensidade de ruídos emitidos do local.

O Sombreamento na cor amarela possui aproximadamente 6000 m² de área, sendo considerado setor ideal, pois fica próximo à entrada e disponibiliza uma considerável área para operacionalização.

- **Parcerias público-privada**

Recomenda-se um levantamento de empresas que atuem com o beneficiamento de RCC nas regiões próximas visando parcerias que possibilitem a captação desses resíduos.

- **Desenvolvimento de ações educativas:**

Além de receber os resíduos aconselha-se que essa problemática de geração seja evidenciada aos geradores, sendo assim, ações orientativas visando a redução e reciclagem sempre que possível devem ser incentivadas. No **anexo A** deste trabalho encontra-se uma tabela desenvolvida pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) para apoio de ações educativas demonstrando ao gerador os possíveis usos dos resíduos no próprio canteiro de obra.

- **Cadastro dos catadores**

Devido a frequência de catadores e problemáticas já evidenciadas, torna-se necessário a criação de um Castro Individual de Catadores (CIC) para maior controle de acesso. No **apêndice B** é disponibilizado uma ficha cadastro que pode ser utilizada para essa função.

- **Registro de operações**

Para maior controle sobre todas medidas operacionais, é sugerido uma ampliação nos registros de operações, ficando assim em conformidade com NBR 15.113. O **apêndice C** disponibiliza um documento com os dados para coleta diária, semanal e mensal.

5.4.2 Médio prazo

Para expansão da infraestrutura um maior investimento financeiro se faz necessário. A seguir são destacadas três propostas de melhorias a médio prazo que possuem impacto direto na prestação de serviço.

Construção de um pergolado

As atividades do controle de recebimento de cargas são executadas a céu aberto sem nenhum tipo proteção contra intempéries, escadas ou plataforma para conferência da caçamba de caminhões, sendo assim, em dias chuvosos esse trabalho se torna mais dificultoso ou negligenciado o que pode gerar desconformidades para

essa atividade. Recomenda-se a construção de um pergolado com nível na entrada do aterro para melhor execução dessa atividade.

Ampliação da iluminação

A Iluminação do aterro é de baixa eficácia possuindo apenas um poste logo na entrada deixando o restante do empreendimento sem qualquer tipo de iluminação noturna nas demais áreas. Devido a expansão da rede elétrica possuir elevado valor financeiro por depender da aquisição de postes, cabos elétricos, luminárias, mão-de-obra etc. Recomenda-se a aquisição de luminárias solares devido seu funcionamento autônomo e possuírem baixo custo aquisitivo comparada a ampliação da rede elétrica.

Através de pesquisa de preço chegou no valor médio de R\$ 360,00 (dia 15 de maior de 2021) a unidade luminárias solar de 200 W.

Placas de sinalização

As placas de sinalização devem possuir um tamanho adequado destacando o tipo de aterro, resíduos permitidos, horário de funcionamento e apresentar bom estado de conservação. A realidade atual diverge dessas características, sendo assim, recomenda-se a aquisição de uma nova placa de sinalização para entrada do aterro, além de duas placas orientativas uma em cada sentido do fluxo de trânsito instaladas na principal via urbana da cidade com informações de chegada ao local.

5.4.3 Longo Prazo

Para essa categoria foi proposta uma única melhoria. Devido a expressiva área de 39.948 m² do aterro o cerceamento torna-se a intervenção que dependerá de maior investimento financeiro para ampliação da infraestrutura.

Cercar todo perímetro

O único ponto que possui cercamento é a divisa com a escola, as demais partes possuem livre acesso ao interior do aterro, como relatado anteriormente essa

problemática ocasiona a invasão de animais de grande porte (vacas, cavalos) da redondeza e dificulta o controle do fluxo de pessoas que por sua vez fazem o descarte irregular de diversos tipos de resíduos aos fundos do terreno. Sendo assim, recomenda-se a construção de um muro em todo o perímetro do aterro.

Como o aterro faz divisa com uma zona de proteção e manejo sustentável conforme verificado no plano diretor da cidade o cerceamento que divide essa área pode ser apenas como forma obstrutiva para animais que vem dessa região utilizando-se de tipologia similar a cercamento rural algo que diminuirá os custos construtivos, nas demais divisas do terreno recomenda-se construção em alvenaria para evitar possível danificação por parte da população.

6 DISCUSSÃO

Levando em consideração as problemáticas ambientais ocasionadas pela geração de resíduos da construção civil, sua viabilidade técnica e econômica para produção de materiais reciclados a resolução nº 307 do CONAMA estabeleceu os Aterro de resíduos classe A para captação e reserva de forma segregada por tempo indeterminado desses materiais possibilitando sua utilização futura de forma a não causar danos à saúde pública e ao meio ambiente. Desta maneira os aterros de resíduos classe A também servem como forma de apoio as zonas periféricas que se distanciam dos grandes centros urbanos onde as atividades construtivas são mais intensas, sendo assim, esses locais por vezes não conseguem desenvolver um mercado maduro de agregados recicláveis provenientes desses resíduos para competição direta com agregados naturais que possuem baixo custo de aquisição, em estudo conduzido por Carlesso (2015) o payback de investimento para usinas de reciclagem de RCC ficou na base de uma década.

Ao fazer uma analogia das NBR 8419 (ABNT 1992) e NBR 15.113(ABNT 2004) que tratam respectivamente de aterros sanitários e Aterros de Resíduos classe A em requisitos de projeto, localização, infraestrutura e operacionais os Aterros de Resíduos classe A não necessitam de um complexo conjunto de especificações para seu correto funcionamento, sendo considerado como essencial as atividades de controle de recebimento de cargas e triagem para correto acondicionamento. Porém, a realidade retratada diverge-se, foi perceptível o uso equivocado dessas áreas para o descarte de qualquer tipo de resíduo da construção civil de todas as classes A, B, C e D.

Dessa forma, a gestão desses empreendimentos acaba perdendo resíduos de valor imediato utilizados para outras destinações como: metais, plástico, madeira etc.

É necessário um olhar mais cauteloso por parte da gestão para que empreendimentos que surgiram como uma solução não se torne o problema.

7 CONCLUSÃO

Conforme levantamento feito, foi possível identificar os principais requisitos de conformidade de implementação, infraestrutura e operacional desses aterros, compilando-os em uma única ferramenta com trinta indicadores, além disso, criou-se um manual descritivo para explicação da importância de cada indicador e suas respectivas valorações.

Após aplicação *in loco* da ferramenta foi demonstrado o índice de conformidade geral e para cada categoria do aterro, sendo: 40% de conformidade geral, 70% para local de implementação, 35% para infraestrutura e 34% para operacional.

Foi feito um novo mapeamento de processo das questões operacionais alinhando as atividades com a finalidade preconizada para este tipo de aterro, além de proposições para ampliação de infraestrutura que possibilitarão um melhor desempenho das atividades. As características do local de implementação não são possíveis de otimização devido sua imutabilidade, devendo ser estudada antes da concepção do aterro.

Desta forma conclui-se que a utilização da ferramenta apresenta eficácia, podendo medir o grau de conformidade dos aterros de resíduos da construção civil Classe A com as legislações vigentes. Além disso, por tratar-se de um assunto incipiente na literatura abre possibilidade para estudos futuros visando sua ampliação e inclusão de novas funcionalidades.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama Dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020**. 17. ed. São Paulo, 2020. 52 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15113**: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. 1 ed. Rio de Janeiro, 2004. 12 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419**: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1992. 7 p.

BARP, Fábio Luís; PALMA, Domingos Luiz; LOCATELLI, Débora Regina Schneider. INDICADORES DE DESEMPENHO PRÓ-ATIVO EM SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO. **Revista Tecnológica / ISSN 2358-9221**, [S.l.], v. 1, n. 1, oct. 2014.

BRASIL. Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Brasília, DF, 2010^a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm Acesso em 15 de Março 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Resolução nº 307 – **Dispõe sobre gestão dos resíduos de construção civil**. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília, DF.2002.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E.. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. **Cerâmica**, [S.L.], v. 61, n. 358, p. 178-189, jun. 2015. Fap UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132015613581860>.

CARLESSO, Wagner Manica. **Análise de Viabilidade Técnico-Economica na Implementação de um Centro de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil na Cidade de Lajeado - RS**. 2015. 73 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2015.

COSTA, Dayana Bastos. **Diretrizes para Concepção, Implementação e Uso de Sistemas de Indicadores de Desempenho para Empresas da Construção Civil**. 2003. 176 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003

CÓRDOBA, Rodrigo Eduardo. **Estudo Potencial de Contaminação de Lixiviados Gerados em Aterros de Resíduos Da Construção Civil por meio de simulação em colunas de lixiviação**. 2014. 340 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

CUNHA, Carlos Eduardo Soares Canejo Pinheiro da; RITTER, Elisabeth; FERREIRA, João Alberto. O uso de indicadores de desempenho na avaliação da qualidade operacional dos aterros sanitários do estado do Rio de Janeiro no triênio 2013-2015. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [S.L.], v. 25, n. 2, p. 345-360, mar. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522020187467>.

FARIA, Flávia dos Santos. **Índice da Qualidade De Aterros de Resíduos Urbanos**. 2002. 312 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

FIALHO, Karlo Eugênio Romero; COSTA, Heloína Nogueira da; LIMA, Sérgio Henrique de Oliveira; NETO, José de Paula. Aspectos econômicos da construção civil no Brasil. **XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, [S.L.], v. 1, n. 10, p. 1105-1114, 11 nov. 2014. Marketing Aumentado. <http://dx.doi.org/10.17012/entac2014.179>

FORMOSO, C. T.; SOIBELMAN, L.; CESARE, C.; ISATTO, E. L. Material Waste in Building Industry: Main Causes and Prevention. **Journal of construction engineering and management**, v. 128, Issue 4, p. 316-325, Jul. 2002.

GALCERAN, Bruno Augusto Pissini. **REDUÇÃO DO DESPÉRDÍCIO NA CONSTRUÇÃO CIVIL ATRAVÉS DE TÉCNICAS CONSTRUTIVAS MAIS EFICAZES**. 2013. 36 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Construção Civil, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

KAGIOGLOU, M.; COOPER, R.; AOUAD, G. Performance management in construction: a conceptual framework. **Construction Management and Economics**, London, v.19 n.1, p. 85-95, 2001.

LEVI TORRES (São Paulo). **A lógica perniciosa do aterro de inertes – enterrar tudo**. 2016. Disponível em: <https://abrecon.org.br/logica-perniciosa-do-aterro-de-inertes-enterrar-tudo/>. Acesso em: 15 mar. 2021

NEELY, A. et al. Design performance measure: a structure approach. **International Journal of Operation & Production Management**, Bradford, v. 17, n. 11, p. 1131-1152, 1996.

Perdas de materiais nos canteiros de obras: a quebra do mito(SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de, ... et al.,1998)

PERS-RS. Plano Estadual de Resíduos do Rio Grande do Sul 2015-2034. Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/plano-estadual-de-residuos-solidos>

PINTO, T.P. **Metodologia para gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999.189p. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1999.

OCDE. (2002). **Rumo a um Ambiente Sustentável**: Indicadores Ambientais. Série Cadernos de Referência Ambiental volume 9. Salvador: Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=cmxLBxkpBEEC&pg=PA13&lpg=PA13&dq=OCDE+Rumo+a+um+ambiente+sustentavel.+Indicadores+ambientais&source=bl&ots=RE2pQqonqJ&sig=M0kqjJyUjmpfsLPP9NQCIBJ4Tw&hl=ptBR&sa=X&ei=3U6LU6W0HazmsATNtIKQDw&ved=0CC8Q6AEwAQ#v=onepage&q=OCDE%20Rumo%20a%20um%20ambiente%20sustentavel.%20Indicadores%20ambientais&f=false>>

WORLD BANK (org.). **What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050**. Washington, D.C, 2016. 36 p.

APÊNDICE A – Ferramenta para Apoio a Gestão de Aterros Resíduos da Construção Civil Classe A

Local de Implementação				
<i>SUBITEM</i>	<i>AValiação</i>	<i>PESO</i>	<i>FONTE</i>	<i>Modo De Avaliação</i>
Proximidade de núcleos habitacionais	Longe > 500 m	2	IQA/NBR	visual
	Próximo < 500 m	0		
Condições sistema viário de acesso	boa	2	IQA/NBR	visual
	regular	1		
	ruim	0		
Legalidade de localização	localidade permitida	2	NBR	Plano diretor
	localidade proibida	0		
Proximidade de corpos d'água	Longe > 200 m	2	IQA/NBR	google maps
	Próximo < 200 m	0		
Profundidade do lençol freático	> 3 m	2	IQA/NBR	Secretaria do meio ambiente
	> 1,5 m e < 3m	1		
	< 1,5 m	0		
Nota final				
infraestrutura				
<i>SUBITEM</i>	<i>AValiação</i>	<i>PESO</i>	<i>FONTE</i>	<i>Modo De Avaliação</i>
Cercamento em todo o perímetro do terreno	sim, com cerca viva	2	IQA/NBR	visual
	Sim, sem cerca viva	1		
	não	0		
Há cercamento eletrônico	sim	2	NBR	visual
	não	0		
Portão com controle de acesso (portaria/guarita)	sim	2	IQA/NBR	visual
	não	0		
Alojamento para o pessoal técnico-operacional	sim	2	NBR	visual
	não	0		
baias de acondicionamento de resíduos	sim	2	NBR	visual
	não	1		
Sinalização interna e externa do aterro	sim	2	IQA/NBR	visual
	não	0		
iluminação e energia para ações convencionais e emergências	sim	2	NBR	visual
	não	0		
Monitoramento de águas subterrâneas	sim	2	IQA/NBR	visual
	não	0		
Sistema de drenagem pluvial	sim	2	IQA/NBR	visual

	não	0		
Sistema artificial de impermeabilização da base	sim	2	IQA	Licença de operação
	não	0		
Nota final				
OPERACIONAL				
<i>SUBITEM</i>	<i>AVALIAÇÃO</i>	<i>PESO</i>	<i>FONTE</i>	<i>Modo De Avaliação</i>
Controle de recebimento de cargas	sim	2	IQA / NBR	Verificar com funcionários
	parcialmente	1		
	não	0		
Balança	sim	2	IQA	Visual
	não	0		
Triagem de resíduos	sim	2	NBR	Visual
	não	0		
Desenvolvimento de ações educativas para o gerador	sim	2	CONAMA	Verificar com funcionários
	não	0		
Equipamentos compatíveis para operação	sim	2	IQA	Visual
	parcialmente	1		
	não	0		
Presença de catadores	sim	2	IQA	Verificar com funcionários
	não	0		
Envio dos resíduos classe A para locais de reciclagem	sim	2	NBR	Verificar com funcionários
	não	0		
Equipamentos de segurança	sim	2	NBR	Visual
	parcialmente	1		
	não	0		
Controle de monitoramento	sim	2	IQA / NBR	Verificar com funcionários
	não	0		
Inspeção / manutenção	sim	2	NBR	Verificar com funcionários
	não	0		
Registro de operação	sim	2	NBR	Verificar com funcionários
	parcialmente	1		
	não	0		
Existência de plano de atendimento a emergências	sim	2	NBR	Verificar com funcionários
	não	0		
Ausência de vetores aéreos ou criação de animais de grande porte	sim	2	IQA	Visual
	não	0		
treinamento	sim	2	NBR	Verificar com funcionários
	não	0		
Plano de fechamento do aterro	sim	2	IQA /NBR	Licença De Operação
	não	0		
Nota final				

APÊNDICE B – Ficha para cadastro individual para catadores

Cadastro individual para catadores (CIC)	
Nome	
RG	
CPF	
Cidade	
Endereço	
Telefone	
Dias de coleta	Material Recolhido

Fonte: Autoria própria

APÊNDICE C – Ficha para Registro de Operações

Registro de operação diário/semanal/mensal				
Atividades	Descrição	Quantidade	Destinação	Data
Resíduos Recebidos (guardar CTR's)			—	
Resíduos Reaproveitados				
Resíduos descartados				
Acidentes			—	
Inspeção/manutenção				

Fonte: Autoria própria

ANEXO A – Tabela para Reutilização dos Resíduos no Canteiro de Obra

Resíduo	Reutilização no canteiro
Revestimento de parede ou pavimentação das construções preexistentes	Bases para as instalações provisórias, pavimentação e revestimentos finais
Cacos de revestimento de piso ou parede das construções pré-existentes	Revestimento em mosaico, revestimento das instalações provisórias
Rochas de escavação	Pedras decorativas do paisagismo, muros de arrimo
Louças, metais, esquadria e telhas	Aproveitamento nas instalações provisórias ou até mesmo nas instalações novas
Resíduos classe A do processo de demolição	Enchimento de valas e aterros sem necessidade de controle técnico
Resíduos classe B (recicláveis de outras indústrias) – embalagens	Aproveitamento de embalagens para acondicionamento de outros materiais, sempre que não houver riscos de contaminação ou alteração das características do novo material acondicionado
Resíduos classe B (recicláveis de outras indústrias) – metais e madeira	Aproveitamento para sinalização, construções provisórias de materiais e baias de resíduos, por exemplo cerca e portões
Escoramento e andaimes metálicos	Reaproveitados durante toda obra
Solos	Reaterros

Fonte: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB)