



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL**  
**CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

**JUAN LUCAS DA COSTA OLIVEIRA**

**AVALIAÇÃO EX POST DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DO ATERRO SANITÁRIO  
MUNICIPAL LESTE DE AQUIRAZ**

**FORTALEZA**  
**2022**

JUAN LUCAS DA COSTA OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO EX POST DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DO ATERRO SANITÁRIO  
MUNICIPAL LESTE DE AQUIRAZ**

Trabalho de Conclusão de Curso referente ao curso de Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Bárbara de Araújo Nunes

FORTALEZA  
2022

JUAN LUCAS DA COSTA OLIVEIRA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- O47a Oliveira, Juan Lucas da Costa.  
Avaliação ex post dos impactos ambientais do Aterro Sanitário Municipal Leste de Aquiraz / Juan Lucas da Costa Oliveira. – 2022.  
57 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Ambiental, Fortaleza, 2022.  
Orientação: Prof. Dr. Ana Bárbara de Araújo Nunes.
1. Resíduos sólidos. 2. Aterro Sanitário. 3. Matriz de interação. 4. Aterro Sanitário Municipal Leste de Aquiraz. I. Título.

CDD 628

---

**AVALIAÇÃO EX POST DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DO ATERRO SANITÁRIO  
DE AQUIRAZ**

Trabalho de Conclusão de Curso referente ao curso de graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Aprovada em: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dra. Ana Bárbara de Araújo Nunes (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Ronaldo Stefanutti  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Karina Albuquerque da Silva  
Mestranda em Saneamento Ambiental (UFC)

“Quando a educação não é libertadora, o  
sonho do oprimido é se tornar o opressor”

Paulo Freire

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a Deus por me dar forças para chegar até aqui, sempre me dando mais do que eu mereço

Em segundo lugar, agradeço também a minha família, em especial a minha mãe e a minha avó, Rachel e Leda, que sempre fizeram o possível para me dar as melhores condições para que eu pudesse me dedicar aos estudos, mesmo nos momentos de dificuldade nunca deixaram nada faltar. Agradeço também ao meu padrasto, Carlos, que me ajudou muito na reta final da minha graduação, além de ser um grande exemplo como profissional e como pessoa.

Agradeço também as instituições que me formaram como estudante, aos colégios master e cebolinha por me fornecerem toda a base para que eu pudesse evoluir como aluno e como pessoa também.

Gostaria de agradecer ao PET de engenharia ambiental, na figura da professora Ana Bárbara, pela experiência transformadora que vivi quando fiz parte do grupo, considero esse o ponto chave para a mudança da minha mentalidade, acredito que os frutos que colho hoje só foram possíveis graças a essa oportunidade que me foi dada, pude aprender muito com cada um dos petianos, que além de profissionais competentes também são pessoas maravilhosas. Mariana, Charles, Dante, Hilder, Maju, Suiane, Bia, Priscilla, Larissa, Amanda, Taynara, Camila, Renan e Duda, abraço para vocês, meus grandes amigos.

Agradeço também a primeira instituição que me abriu as portas para a vida profissional, Arco educação, em especial as minhas lideranças, Paula, Monique, Bruno, Amanda e Laura, por terem me escolhido e acreditado no meu propósito em meio a tantos outros candidatos, pude fazer parte do time por 2 anos, entrando como estagiário e sendo efetivado no meio da caminhada, foi uma experiência incrível e que vou guardar com muito carinho pelo resto da vida, o time de cobrança me ensinou demais.

Sou muito grato pelas amizades que fiz durante a graduação, foi um imenso prazer poder compartilhar toda essa jornada com vocês meus amigos, não chegaria a lugar nenhum sem o apoio de vocês. Caíque, Raul, Jhonata, Allex, Arruda, Alexandre, Brasil, André, grande abraço amigos.

Por fim, gostaria de agradecer aos meus amigos, muito obrigado por acreditarem em mim e por estarem presentes nessa jornada. Sarah, Arthur, Pedro, Gabriel, Luan, Débora, Lívia, Ramon, Rodolfo, Lucas, Giselle, Ferdy, Davi, Matheus, Girão, João Matheus, Augusto, Thiago, João, Victória, Lais, Nelson, Gabs, Mabel, Lucas S., Igor, Obrigado por tudo!

## RESUMO

Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), quando descartados de forma inadequada, causam diversos impactos aos meios físico, biológico e socioeconômico. Com o crescimento da quantidade de resíduos gerados, é cada vez mais importante ter uma gestão adequada para minimizar os impactos. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estabelece as diretrizes para o gerenciamento, uma das diretrizes expõe que o descarte correto do RSU deve ser realizado em Aterros Sanitários. Embora sejam a alternativa correta, os Aterros Sanitários também causam impactos ao meio ambiente e a sociedade, necessitando assim de estudos ambientais para que esses impactos possam ser previstos, atenuados ou compensados. Uma das maneiras de avaliar os impactos ambientais é a Matriz de interações, que leva em consideração as ações impactantes do empreendimento e a maneira como elas afetam cada componente ambiental, gerando assim uma estrutura visual que facilita a análise. O Aterro Sanitário Municipal Leste de Aquiraz (ASMLA) possui uma matriz de interações que foi elaborada em 1995, nesse trabalho, foi elaborada uma nova matriz para o ASMLA, gerando assim, uma comparação entre as duas. A comparação apontou algumas diferenças entre as duas, de caráter positivo, neutro e também negativo.

**Palavras-chave:** Resíduos sólidos; Aterro Sanitário; Matriz de interação; Aterro Sanitário Municipal Leste de Aquiraz.

## **ABSTRACT**

Municipal Solid Waste (MSW), when inadequately disposed, may cause several physical, biological, and socioeconomic impacts. With the increasing amount of waste generated, it is important to have an adequate management to minimise those impacts. The National Solid Waste Program (NSWP) establishes the guidelines for the management, one of them is that the appropriate disposal of the MSW must be carried out in Sanitary Landfills. Although the correct alternative, the Sanitary Landfills also cause environmental and social impacts, therefore needing environmental assessments so these impacts can be predicted, mitigated, or offset. One of the ways to assess environmental impacts is the Interaction Matrix, the accounts of the impactful activities of the undertaking and the way they affect each environmental component, therefore generating a visual structure that facilitates the analysis. The East Municipal Sanitary Landfill of Aquiraz (ASMLA) possesses an interaction matrix created in 1995; In this article, a new matrix was created to ASMLA so a comparison can be drawn between the two. The comparison showed some differences between them, positive, neutral and negative impacts.

**Keywords:** Solid waste; sanitary landfills; interaction matrix; East Municipal Sanitary Landfill of Aquiraz.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos**

**EIA – Estudo de impacto Ambiental**

**RIMA – Relatório de Impacto Ambiental**

**AIA – Avaliação de Impactos Ambientais**

**ASMLA – Aterro Sanitário Municipal Leste de Aquiraz**

**NBR – Norma Brasileira**

**ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas**

**RSU – Resíduo Sólido Urbano**

**RCC – Resíduo de Construção Civil**

**RSS – Resíduo de Serviços de Saúde**

**ABRELPE- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos  
Especiais**

**SNIS – Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento**

**PET – Poli Tereftalato de Etila**

**ABETRE – Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes**

**SEMACE – Secretária do Meio Ambiente do Estado do Ceará**

## **LISTA DE ANEXOS**

**ANEXO 1 – Matriz ex-ante de impactos ambientais do ASMLA**

## **LISTA DE APÊNDICES**

**APÊNDICE 1 – Matriz ex-post de impactos ambientais do ASMLA**

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Novos prazos para a regularização da destinação final de resíduos sólidos.....	18
<b>Quadro 2</b> – Comparativo entre lixão, aterro controlado e Aterro sanitário.....	21
<b>Quadro 3</b> – Número de unidades de processamento no Brasil em 2019.....	26
<b>Quadro 4</b> – Número de municípios com disposição final adequada.....	26
<b>Quadro 5</b> – Métodos de Avaliação de Impactos Ambientais.....	27
<b>Quadro 6</b> – Fases da AIA do Aterro Sanitário de Aquiraz.....	32
<b>Quadro 7</b> – Ações impactantes do Aterro Sanitário de Aquiraz.....	33
<b>Quadro 8</b> – Componentes do sistema ambiental do Aterro Sanitário de Aquiraz.....	35
<b>Quadro 9</b> – Fases da avaliação ex post de impactos ambientais.....	37
<b>Quadro 10</b> – Critério para a definição do caráter do impacto.....	38
<b>Quadro 11</b> - Ações impactantes consideradas na matriz ex-ante.....	40
<b>Quadro 12</b> – Componentes ambientais considerados na matriz ex-ante.....	41
<b>Quadro 13</b> – Novas ações impactantes.....	43
<b>Quadro 14</b> - Diferenças entre a matriz original e a matriz reavaliada.....	44

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Ilustração de um lixão.....	20
<b>Figura 2</b> – Ilustração de um aterro controlado.....	20
<b>Figura 3</b> – Ilustração de aterro sanitário.....	21
<b>Figura 4</b> – Mapa do ASMLA.....	32

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> – Geração de RSU: 2010 a 2020.....	24
<b>Gráfico 2</b> – Coleta de RSU: 2010 a 2020.....	25
<b>Gráfico 3</b> – Comparativo entre destinação correta e incorreta – 2010 a 2020.....	26
<b>Gráfico 4</b> – Impactos listados na matriz ex-ante.....	42
<b>Gráfico 5</b> – Impactos listados na matriz ex-post .....	44
<b>Gráfico 6</b> – Comparativo entre o número total de impactos.....	50
<b>Gráfico 7</b> - Variação do número de impactos por caráter.....	50

## SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	15
1.1 OBJETIVO GERAL .....	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	17
2.1 DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	17
2.2 LEGISLAÇÃO PARA RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL.....	17
2.3 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL .....	19
2.4 PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL PÓS PNRS .....	24
2.5 IMPACTOS AMBIENTAIS.....	27
3. METODOLOGIA .....	32
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	32
3.2 A MATRIZ EX-ANTE.....	32
3.3 AVALIAÇÃO EX-POST DE IMPACTOS AMBIENTAIS .....	37
4.RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	40
4.1 ADAPTAÇÃO DA MATRIZ ORIGINAL .....	40
4.2 IDENTIFICAÇÃO DE NOVAS AÇÕES IMPACTANTES .....	43
4.3 ELABORAÇÃO DA MATRIZ EX-POST.....	43
4.4 COMPARAÇÃO ENTRE AS MATRIZ EX-ANTE E EX-POST.....	44
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	52
6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	53

## 1.INTRODUÇÃO

A gestão dos Resíduos Sólidos gerados a partir de ações antrópicas é um dos maiores desafios enfrentados no mundo, segundo GODOY (2013), a complexidade político-administrativa tem acarretado o surgimento de numerosos conflitos de diversas naturezas através da sua história.

O problema causado pelo descarte impróprio de resíduos se intensificou à medida que o consumo humano aumentou, com o material em maior quantidade, pontos de descarte irregulares passaram a ser comuns nas cidades. Segundo SILVA (2020), O resíduo não tratado da forma adequada, gera grandes impactos ambientais, tanto nos rios, nos solos e na atmosfera.

Com o passar dos anos, as discussões sobre o tema foram evoluindo, resultando na criação de legislações específicas para o tema, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº12.305, do ano de 2010. A PNRS estabelece diretrizes para a gestão correta dos resíduos sólidos, uma dessas diretrizes é a de que os resíduos sólidos devem ser destinados a aterros sanitários. Segundo GODOY (2013), em síntese, o conteúdo da PNRS é inovador, mas na prática, há empecilhos para que as metas sejam cumpridas. Inicialmente, o prazo para que as cidades se adequassem aos aterros era até o ano de 2014, porém, o prazo foi prorrogado diversas vezes.

Aterros sanitários, embora sejam a alternativa adequada para o descarte final dos resíduos sólidos, causam impactos a natureza e a população. Em vista disso, faz-se necessária a elaboração de um estudo ambiental para que seja possível mensurar os possíveis danos e sugerir ações que possam atenuar ou compensar os efeitos.

O Aterro Sanitário Municipal Leste de Aquiraz (ASMLA), área de estudo desse projeto, teve o seu estudo ambiental elaborado em 1995, foi projetado para receber os resíduos sólidos dos municípios de Aquiraz e Eusébio, inicialmente, o estudo previa uma vida útil de 20 anos, com fechamento em 2015, devido ao bom funcionamento da operação, o aterro permanece ativo até os dias atuais, tendo uma previsão de encerramento das atividades em 2023.

### **1.1 OBJETIVO GERAL**

- Realizar uma avaliação Ex- post de impactos ambientais para o ASMLA

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Apresentar a matriz Ex-ante, considerando apenas os meios físico e biológico, bem como as fases de operação e monitoramento.
- Elaborar uma matriz Ex-post, incluindo novas ações impactantes caso necessário
- Comparar as matrizes Ex-post e Ex-ante, evidenciando e justificando possíveis diferenças.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS**

A utilização de recursos provenientes da terra é essencial para que a vida no planeta se perpetue, entretanto, essa utilização gera resíduos, que se não forem tratados da forma correta, podem causar inúmeros problemas, principalmente na saúde e no bem-estar da população. Com o passar do tempo e a evolução da vida em sociedade, a quantidade de resíduos aumentou significativamente, conseqüentemente, os desafios relacionados a eles começaram a aparecer. O descarte irregular do material pode causar poluição do solo, da água e do ar, além de causar impactos na saúde da população (MOTA, 2009).

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305/2010 a definição de resíduo é: “todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade”. De acordo com A Norma Brasileira (NBR) nº 10.004/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), A definição de resíduo sólido é: “resíduos no estado sólido e semissólido que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”.

SOARES (2020) subdivide os resíduos sólidos em algumas categorias como: Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), Resíduos de Serviço de Saúde (RSS) e Resíduos de Construção Civil (RCC). Segundo SOARES (2020) O RSU é originário de atividades humanas (pequena geração individual, mas grande geração coletiva), podendo ser domiciliares (restos de alimentos, jornais, revistas, papel higiênico, embalagens, etc.), comerciais (resíduos de supermercados, lojas, bares, etc.), de serviços públicos (originados em vias públicas, tais como varrição, capinação, podas, limpeza de córregos, etc.)

Segundo SOARES (2011), a composição gravimétrica do RSU sofre alterações de acordo com a localidade, mas de maneira geral é composta em sua maioria por Papel, Vidro, Plástico, Metal e Matéria Orgânica. De acordo com BOSCOV (2008), a porcentagem de matéria orgânica em cidades brasileiras varia de 50 a 70%.

### **2.2 LEGISLAÇÃO PARA RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL**

Os problemas causados pela má gestão dos resíduos gerados fizeram com que as discussões sobre o tema começassem, em busca de amenizar os impactos e conscientizar a população. O primeiro grande marco é a Conferência de Estocolmo, realizada em 1972, o Brasil sediou o segundo marco, com a ECO-92, realizada no Rio de Janeiro em 1992. Como fruto das

discussões, os primeiros instrumentos legais foram estabelecidos no Brasil, dentre eles a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305/2010. A PNRS estabelece as diretrizes para o gerenciamento dos resíduos sólidos no território brasileiro, tendo como os seus principais objetivos proteger a saúde pública e a qualidade ambiental.

Segundo MAIA (2014) a PNRS é “um texto moderno e com várias inovações, elucidando diversos conceitos de grande importância para o entendimento das questões ambientais relacionadas aos resíduos sólidos”. A PNRS representa um marco por ser a primeira lei totalmente voltada para a problemática dos resíduos sólidos, outras legislações como Lei 6.938/81 (Política Nacional de Meio Ambiente); Lei 11.445/07 (Política Nacional de Saneamento Básico); Lei 9.795/99 (Política Nacional de Educação Ambiental) continuam tendo relevância e sendo respeitadas em conjunto com a política.

MAIA (2014) cita algumas das inovações da PNRS, como a estrutura do gerenciamento de resíduos sólidos, a responsabilidade compartilhada pelo gerenciamento dos resíduos e o envolvimento de estados e municípios na criação de novas políticas de apoio.

GODOY (2013) versa sobre as dificuldades do cumprimento integral da lei, pois a PNRS em alguns momentos pode entrar em conflito com as legislações estaduais e municipais. O Brasil é um país de dimensões continentais e que possui muita desigualdade em seu território, por conta disso, muitas das medidas propostas pela PNRS acabam não sendo cumpridas no prazo correto, como a medida de extinção dos lixões, que inicialmente tinha um prazo limite estabelecido para 2014 e foi prorrogado algumas vezes. A Lei Nº 14.026, de 15 de Julho de 2020, altera a PNRS prorrogando o prazo limite para 31 de dezembro de 2020, exceto para municípios que já possuem um plano de gestão, esses seguem os prazos exibidos no Quadro 1:

Quadro 1: Novos prazos para a regularização da destinação final de resíduos sólidos

Critério	Prazo
Capitais e região metropolitana	02 de Agosto de 2021
População acima de 100000 habitantes	02 de Agosto de 2022
População entre 50000 e 100000 no Censo 2010	02 de Agosto de 2023
População abaixo de 50000	02 de Agosto de 2024

Fonte: Adaptado de Lei Nº 14.026, de 15 de Julho de 2020

### 2.3 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

De acordo com a PNRS (2010) as prioridades para o gerenciamento de resíduos sólidos são: Não geração, Redução, Reutilização, Reciclagem, Tratamento e Disposição final adequada. O conjunto de ações da PNRS visa atenuar os impactos causados pelo RSU e fazer com que a quantidade que chega a destinação final seja minimizada.

Segundo SILVA (2020), a educação ambiental exerce um papel fundamental na conscientização da população sobre a importância do gerenciamento de resíduos sólidos. Ações como reduzir e reutilizar dependem da população para que os seus resultados sejam significativos, em vista disso, se faz necessária a educação ambiental.

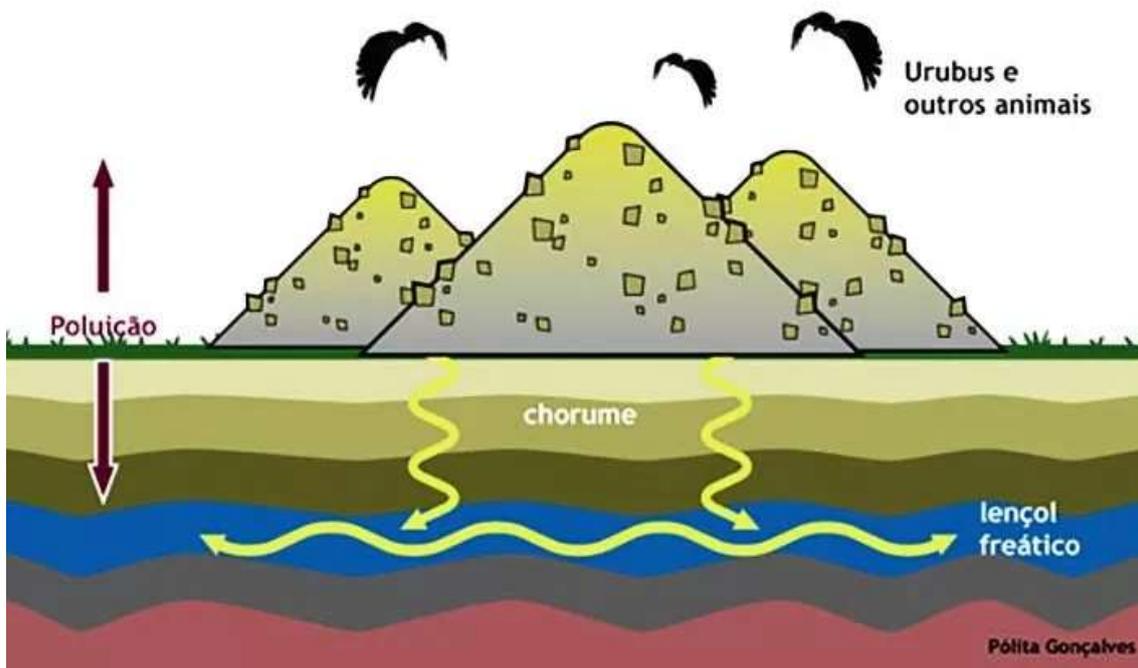
As principais formas de tratamento dos resíduos são reciclagem e compostagem. Segundo EPSTEIN (1997) A compostagem é um processo de degradação biológica que tem como objetivo gerar um produto mais estável para ser utilizado como produto agrícola. De acordo com PIRES (2017), mais de 60% do RSU é composto por matéria orgânica, porém, apenas 4% desse montante é destinado para compostagem.

A reciclagem é um processo mais conhecido no Brasil. ”Reciclar significa transformar objetos materiais usados em novos produtos para o consumo” (FONSECA, 2013). Segundo SANTOS (2004), uma característica peculiar do Brasil é a presença de uma classe de trabalhadores de baixa renda que usufruem da atividade de coleta de resíduos recicláveis, que juntamente com a logística reversa das indústrias, colocam o país como um dos maiores recicladores de poli tereftalato de etila (PET) do mundo.

Embora a disposição final seja a última da lista de prioridades do gerenciamento, a maioria dos resíduos sólidos urbanos acaba tendo esse destino. Segundo dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), 76.079.836 Toneladas de material foram depositadas em alguma forma de disposição final em 2020.

Segundo SOARES (2020), existem três formas mais comuns de disposição final: Lixões, Aterros Controlados e Aterros Sanitários. Lixão (Figura 1) é uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, que se caracteriza pela simples descarga do lixo sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. O mesmo que descarga de resíduos a céu aberto (IPT, 1995).

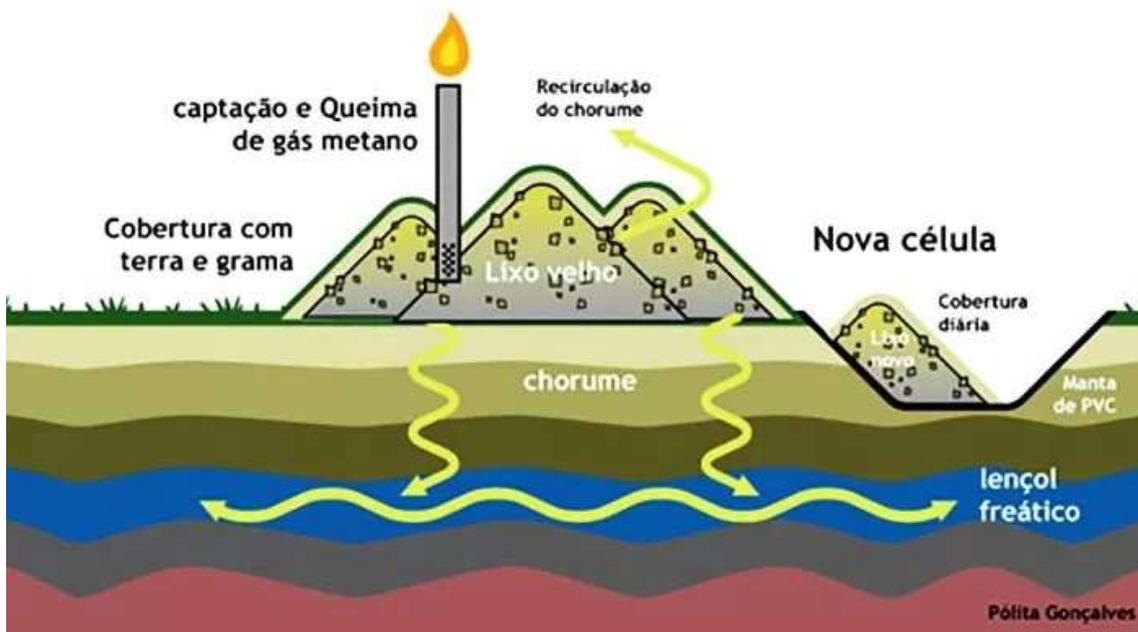
Figura 1 – Ilustração de um lixão



Fonte: ecopetro.eco.br (2018)

O aterro controlado (Figura 2) é um local preparado para receber resíduos sólidos. É uma técnica que consiste em uma tentativa de transformar os lixões em aterros, minimizando os impactos ambientais associados ao acúmulo de lixo em áreas sem nenhum tipo de tratamento para efluentes líquidos e preparação do solo (NBR 8849/1985).

Figura 2: ilustração de um aterro controlado



Fonte: ecopetro.eco.br (2018)

Aterro Sanitário (Figura 3) é o espaço destinado para a disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, o qual emprega técnicas e tecnologias apropriadas para que este procedimento não cause danos ao meio ambiente, minimizando os impactos ambientais, sendo, ainda, possível aproveitar alguns dos subprodutos derivados da decomposição do material orgânico, num período de vida útil, mínima, de 10 anos (NBR 8419/1992). A acomodação do resíduo em Aterros sanitários é considerada a destinação final correta, enquanto lixões e aterros controlados são incorretos.

Figura 3: Ilustração de um aterro sanitário



Fonte: ecopetro.eco.br (2018)

O Quadro 2 mostra um comparativo entre as principais formas de destinação final do RSU, evidenciando que os aterros sanitários possuem uma série de componentes atenuantes que as demais formas não possuem.

Quadro 2: comparativo entre lixão, aterro controlado e Aterro sanitário

CRITÉRIO	LIXÃO	ATERRO CONTROLADO	ATERRO SANITÁRIO
Local da instalação	Local não planejado ou impróprio	Condições hidrogeológicas às vezes consideradas	Local escolhido com base em fatores ambientais,

			comunitários e de custo
<b>Capacidade</b>	Capacidade do local é desconhecida	Capacidade planejada	Capacidade planejada
<b>Preparação de células</b>	- Não existe preparação de células - O lixo é disposto indiscriminadamente - A face/área de trabalho não é controlada	- Não há preparação de células, mas a área de trabalho é reduzida - A disposição se dá apenas em áreas designadas	- Desenvolvimento de células individuais - A face/área de trabalho está confinada na menor área prática - A disposição se dá apenas em áreas designadas
<b>Preparação do local</b>	Pouca ou nenhuma preparação	- Terraplanagem da base da área de disposição - Drenagem e controle das águas de superfície na periferia do local	Preparação extensiva do local
<b>Gestão de chorume</b>	Não há	Não há ou Parcial	Total
<b>Gestão do gás</b>	Não há	Parcial ou nenhuma	Total
<b>Aplicação de cobertura de solo</b>	Cobertura ocasional ou nenhuma	Implementação de cobertura regular, mas não necessariamente diária	Aplicação diária de camadas intermediárias e finais
<b>Compactação dos resíduos</b>	Não há	Compactação em alguns casos	Compactação dos resíduos
<b>Manutenção de vias de acesso</b>	Não há manutenção adequada	A manutenção é limitada	Desenvolvimento e manutenção plenos das vias de acesso

<b>Cercas</b>	Não há	Há cercas	Há cercas e portões
<b>Entradas de resíduos</b>	Não há controle sobre a quantidade e/ou a composição dos resíduos que chegam	Controle parcial ou nenhum, mas o resíduo aceito para descarte se limita ao RSU	- Controle total sobre a quantidade e/ou a composição dos resíduos que chegam - Disposições especiais para tipos de resíduos especiais
<b>Manutenção de registros</b>	Não há	Manutenção básica	Registro completo de volumes de resíduos, tipos, fontes e atividades/eventos do local
<b>Triagem de resíduos</b>	Coleta por catadores	Coleta e comércio controlados	Não há coleta e comércio de resíduos no local
<b>Fechamento</b>	Não ocorre o devido fechamento após o encerramento das operações	As atividades de fechamento são limitadas à cobertura com solo solto ou parcialmente compactado e replantio de vegetação	Fechamento total e gerenciamento pósfechamento
<b>Custo</b>	Baixo custo inicial, alto custo no longo prazo	Custo inicial baixo a moderado, alto no longo prazo	Custos inicial, operacional e de manutenção elevados,

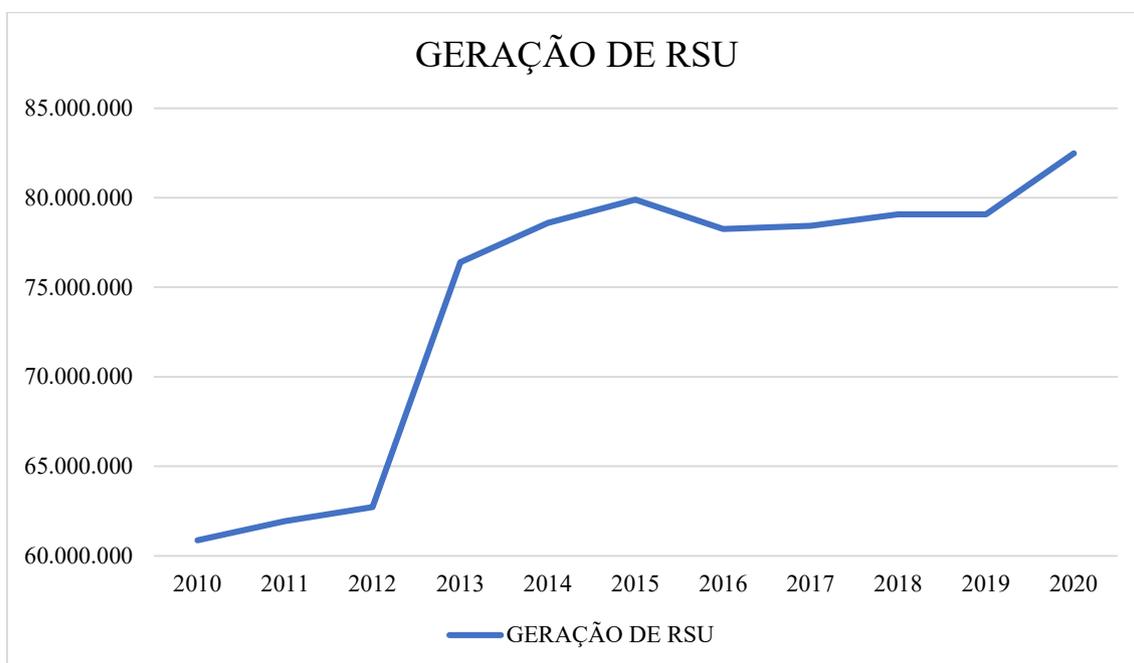
			moderados no longo prazo
<b>Impactos sobre a saúde e o meio ambiente</b>	Grande potencial de incêndios e efeitos adversos sobre a saúde e o meio ambiente	Menor risco de impactos à saúde e ambientais se comparado ao lixão a céu aberto	Risco mínimo de impactos adversos sobre a saúde e o meio ambiente

Fonte: ABRELPE (2017)

## 2.4 PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL PÓS PNRS

De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, disponibilizado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), a geração de resíduos sólidos no Brasil entre 2010 e 2020 (Gráfico 1) teve uma crescente nos primeiros 5 anos, seguida de uma queda que indicava uma estabilização entre 2015 e 2019, porém, houve um novo aumento em 2020, a ABRELPE considera a possibilidade da pandemia do COVID-19 ter ocasionado esse novo aumento.

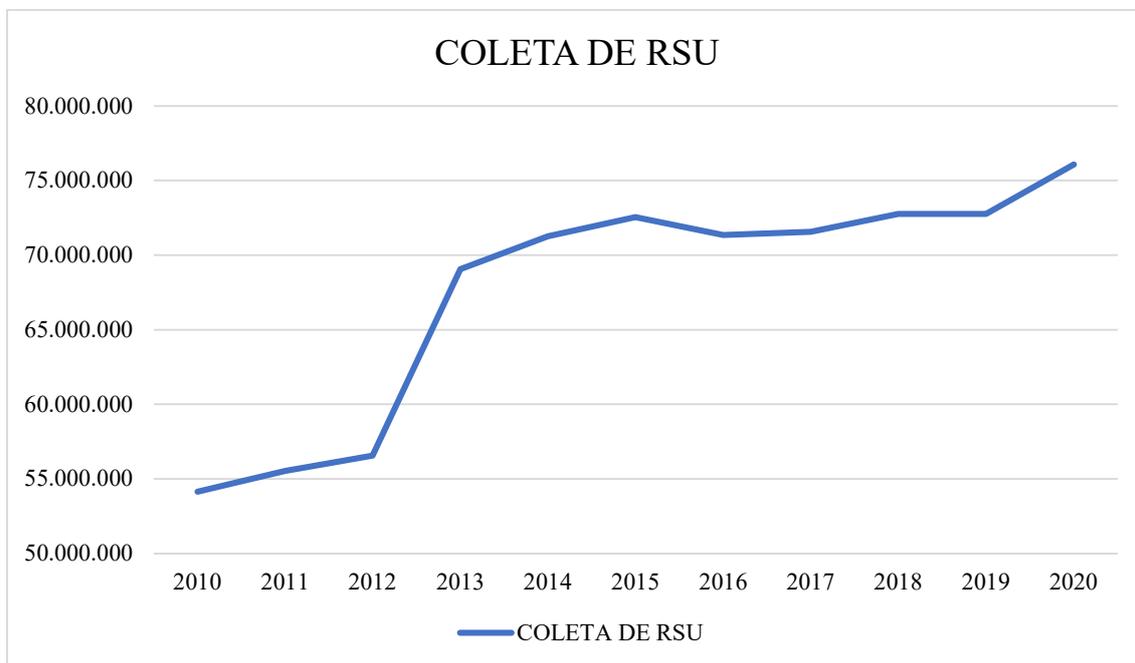
Gráfico 1: Geração de RSU – 2010 a 2020



Fonte: adaptado de ABRELPE (2010 A 2020)

Sobre a coleta dos resíduos (Gráfico 2), segundo dados da ABRELPE, os números seguem a tendência do que foi apresentado na geração de RSU, crescimento nos primeiros anos, estabilização entre 2015 e 2019, com um novo crescimento no ano de 2020, mesma tendência comentada acima.

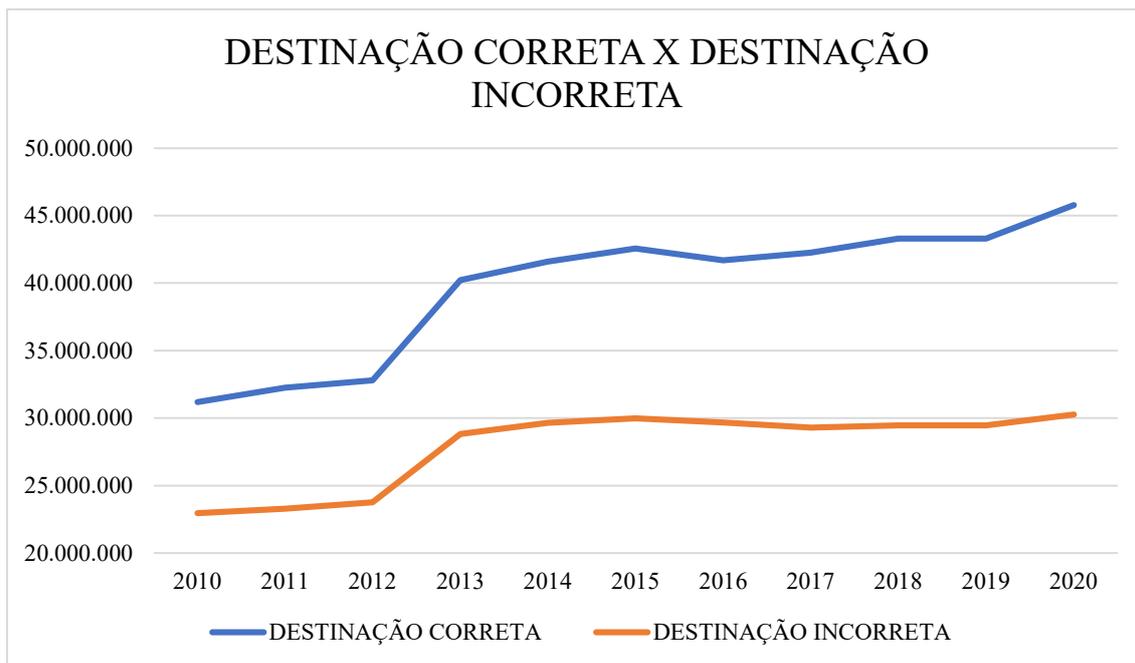
Gráfico 2: Coleta de RSU – 2010 a 2020



Fonte: adaptado de ABRELPE (2010 a 2020)

Sobre a destinação final do resíduo (Gráfico 3), em todo período o gráfico informa que o volume de RSU que vai para os aterros sanitários fica entre 57% e 60%, essa porcentagem se mantém no mesmo nível devido a disponibilidade de aterros sanitários nos municípios brasileiros, segundo dados da Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes (ABETRE), 60% dos municípios brasileiros ainda possuem lixões, fato que impacta 42 milhões de pessoas.

Gráfico 3: Comparativo entre destinação correta e incorreta – 2010 a 2020



adaptado de ABRELPE (2010 a 2020)

Segundo dados do Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento (SNIS), disponíveis no Quadro 3, existiam apenas 621 aterros sanitários em 2019, número inferior ao de destinações inadequadas, 1694.

Quadro 3: Número de unidades de processamento no Brasil em 2019

Tipo de Unidades de processamento	Quantidade de unidades de processamento na amostra por macrorregião geográfica					Total de unidades da amostra
	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-oeste	
Lixão	161	622	98	32	201	1114
Aterro Controlado	41	80	379	43	37	580
Aterro Sanitário	11	49	327	195	39	621

Fonte: Adaptado de SNIS (2019)

De acordo com a ABRELPE (Quadro 4), apenas 2702 municípios possuem acesso a uma disposição final adequada, o que representa 48,5% do total.

Quadro 4: Número de municípios com disposição final adequada

Regiões	Norte	Nordeste	Centro-oeste	Sudeste	Sul	Brasil
Adequada	96	511	172	862	1061	2702
Inadequada	354	1283	295	806	130	2868
Total	450	1794	467	1668	1191	5570

Fonte: Adaptado de ABRELPE (2021)

## 2.5 IMPACTOS AMBIENTAIS

A CONAMA 01/86 define impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança, o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais.

De acordo com SPADOTTO (2002), “Avaliação de impactos ambientais é um instrumento de política ambiental, formado por um conjunto de procedimentos, capaz de assegurar, desde o início do processo, que se faça um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta e de suas alternativas”.

OLIVEIRA (2007) versa sobre os principais métodos de avaliação de impactos ambientais utilizados no Brasil (QUADRO 4), evidenciando suas vantagens e desvantagens.

Quadro 5: Métodos de Avaliação de Impactos Ambientais

MÉTODO	DEFINIÇÃO	VANTAGEM	DESVANTAGEM
Ad-Hoc (espontâneo)	Os métodos espontâneos ou “Ad Hoc” utilizam o conhecimento empírico dos profissionais envolvidos, ou seja, são descritos os impactos ambientais positivos e negativos do empreendimento baseado nas experiências dos técnicos que atuarão no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) (FEDRA et	Estimativa rápida em AIA. Forma simples e compreensiva.	Avaliação detalhada e impacto real de variáveis ambientais específicas não são facilmente examinadas

	al., 1991, p. 9; LOHANI et al., 1997, p. 5)		
Checklists	<p>Consiste na formação de grupos de trabalho multidisciplinares com profissionais qualificados em diferentes áreas de atuação, apresentando suas impressões baseadas na experiência para elaboração de um relatório que irá relacionar o projeto a ser implantado com seus possíveis impactos causados (STAMM, 2003).</p>	<p>Uso rápido para análise de impactos. Avaliação quantitativa para projetos específicos. A larga faixa dessas checklists são consideradas compreensivas, instigando o usuário na avaliação das consequências e das ações</p>	<p>O meio ambiente é abordado em compartimentos e fragmentos: a abordagem é unidirecional</p>
Matriz de Leopold	<p>o modelo de LEOPOLD et al. (1971), reconhecido mundialmente, onde as colunas da matriz correspondem as interações entre as ações do projeto, enquanto que as linhas representam os</p>	<p>Compreensivo para a comunicação do resultado. Cobre os fatores ambientais biológicos e socioeconômicos. O método pode acomodar os dados quanti e qualitativos. Geralmente é o guia</p>	<p>É baseado no meio físico e biológico com 67 entradas no total de 88 fatores. É possível a dupla contagem. A variável tempo não é considerada. Não distingue impactos imediatos,</p>

	impactos ambientais gerados.	inicial para projetos e estudos futuros. O usuário sente-se livre para modificar e encontrar as suas necessidades particulares. Baixo custo e caráter multidisciplinar para avaliar impactos	temporários e definitivos. Subjetivo. Compartimentariza o meio ambiente em itens separados. Não supre critério explícito na previsão de valores
Matriz de Interação	Refere-se a uma listagem de controle bidimensional que relaciona os fatores com as ações. Tal método é muito eficiente na identificação de impactos diretos (alteração do ambiente que entra em contato com a ação transformadora), visto que tem por objetivo relacionar as interações entre os fatores ambientais e os componentes do projeto (FINUCCI, 2010)	Consideração dos mesmos componentes ambientais na horizontal e na vertical.	É mais relativo e principalmente usado em análises locais do que avaliação de impactos.

<p>Superposição de mapas (Overlays)</p>	<p>Referem-se a métodos cartográficos desenvolvidos no âmbito do planejamento territorial. Procura-se adaptar as técnicas cartográficas para aplicá-las na avaliação de impactos ambientais, visando à localização e a identificação da extensão dos efeitos sobre o meio através do uso de fotografias aéreas sobrepostas (FINUCCI, 2010).</p>	<p>Consideração dos mesmos componentes ambientais na horizontal e na vertical. Forte poder de síntese indicando o relacionamento espacial. As condições com e sem projeto são facilmente comparadas. Recomendado para grandes projetos de desenvolvimento na seleção de alternativas.</p>	<p>Análise limitada pela área total representada pelas transparências, porque existe um limite para o número que podem ser vistas juntas.</p>
<p>Battelle</p>	<p>É um método hierarquizado cujo procedimento conduz a obtenção de uma valorização e avaliação integrada dos impactos, resultando na representação de um índice correspondente a avaliação total dos impactos ambientais. (KLING, 2005)</p>	<p>Os resultados suprem boas informações para caracterizar uma dada situação ambiental e prever impactos. Estimativa subjetiva é diminuída pelo uso das técnicas delphi. Diferentes equipes avaliadoras.</p>	<p>Requer muito trabalho preparatório para estabelecer as curvas das funções de cada indicador ambiental. O conceito de qualidade ambiental é muito vago, desconsiderando a base socioeconômica.</p>

Modelos de Simulação	Consistem em modelos de simulações computadorizadas com o uso de inteligência artificial ou modelos matemáticos, destinados a reproduzir tanto quanto possível o comportamento de parâmetros ambientais ou as inter-relações entre as causas e os efeitos de determinadas ações (OLIVEIRA e MOURA, 2009).	A exploração de não-linearidades e ligações indiretas é possível pelo uso de modelos matemáticos e computadores	Requer pessoal com experiência e auxílio de computador. Depende da disponibilidade de dados apropriados.
----------------------	---	---	--

Fonte: Adaptado de OLIVEIRA (2007), OLIVEIRA E MOURA (2009), KLING (2005), FINUCCI (2010), STAMM (2003), LOHANNI (1997)

A avaliação de impactos pode ocorrer em dois momentos: antes da ação potencialmente impactante (ex ante) e depois dela (ex post). Esta avaliação não deve ser considerada apenas uma técnica, mas sim como “dimensão política de gerenciamento, educação da sociedade e coordenação de ações impactantes”. (CLÁUDIO, 1987 apud SPADOTTO, 2004).

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

O local escolhido para o estudo foi o Aterro Sanitário Metropolitano Leste de Aquiraz (ASMLA), a 4 quilômetros de distância do município de Aquiraz, na localidade “Machuca”, próximo a CE-040.

Figura 4: Mapa do ASMLA



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

Projetado em 1995, o ASMLA recebe resíduos dos municípios de Eusébio e Aquiraz, ambos fazem parte da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF)

#### 3.2 A MATRIZ EX-ANTE

Segundo o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do Aterro Sanitário Municipal Leste de Aquiraz (ASMLA) desenvolvido pelo Consórcio CONCREMAT/CSL/CAB, a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) foi dividida em duas fases, conforme mostrado no quadro 6:

Quadro 6: Fases da AIA do Aterro Sanitário de Aquiraz

FASE	DESCRIÇÃO
1ª Fase	Apresenta a avaliação dos impactos, sendo desenvolvida em três etapas:

	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificação de todas as ações do projeto do aterro sanitário e dos componentes do sistema ambiental da área de influência funcional ( direta e indireta)</li> <li>2. Avaliação matricial dos impactos identificados ou previsíveis</li> <li>3. Avaliação descritiva dos impactos ambientais identificados na matriz</li> </ol>
2ª Fase	Discussão dos resultados da avaliação dos impactos ambientais apresentados na primeira fase

Fonte: Adaptado do EIA ( CONCREMAT/CSL/CAB ,1995)

O método de avaliação dos impactos utilizado no EIA foi o de matriz de interação, esse método consistiu em uma matriz onde o eixo vertical continha as ações potencialmente impactantes, divididas de acordo com as fases do projeto, enquanto o eixo horizontal continha os componentes ambientais, divididos de acordo com o meio em que estavam inseridos.

O Quadro 7 lista as ações impactantes listadas na matriz original do empreendimento.

Quadro 7: Ações impactantes do Aterro Sanitário de Aquiraz

<b>Fases do empreendimento</b>	<b>Ações impactantes</b>
<b>Estudos e Projetos</b>	1- Levantamento topográfico
	2 – Estudo geotécnico
	3 – Hidrografia
	4- Sistema Viário
	5-Viabilidade técnica
	6-Projeto Básico
	7- Estudo Ambiental
<b>Pré-implantação</b>	8- Aquisição do terreno
	9- Licitação/contratos
	10- Instalação do canteiro de obras
<b>Implantação</b>	11 – Desmatamento para obras civis
	12- Cercamento da área
	13- Delimitação da área de proteção ambiental
	14 – Abertura de acesso interno/ administração

	15 - Desvio de águas pluviais / Vala de drenagem
	16 – Edificações administrativas e de apoio
	17 – Edificações técnicas / Sistema de tratamento de chorume
<b>Pré - Operação</b>	18-Constituição de estrutura de gerência
	19 – Aquisição de equipamentos e máquinas
	20 – Sistema viário às trincheiras
	21 – Demarcação das trincheiras
	22 – Treinamento e educação ambiental
<b>Operação</b>	23 – Desmatamento da área das trincheiras
	24 – Transporte do Lixo
	25 – Escavação das trincheiras
	26 – Descarga do lixo
	27 – Compactação e recobrimento
	28 – Drenagem dos gases
	29 – Drenagem do chorume
	30 – Tratamento de chorume
	31 – Projeto de Arborização
<b>Monitoramento e Controle ambiental</b>	32 – Programa de educação ambiental
	33 – Monitoramento da qualidade dos líquidos
	34 – Monitoramento da qualidade dos sólidos
	35 – Controle dos gases
	36 – Controle de vetores e endemias
	37 – Auditoria ambiental

Fonte: Adaptado do EIA ( CONCREMAT/CSL/CAB ,1995)

O Quadro 8 mostra os componentes ambientais listados, divididos em áreas de influência direta e indireta. O autor considera a área de influência direta como a área do empreendimento e o seu entorno, como por exemplo a comunidade da localidade Machuca. A

área de influência indireta se refere ao espaço afetado pelo empreendimento, mas que não está inserido em sua área, como por exemplo os municípios de Aquiraz e Eusébio.

Quadro 8: Componentes do sistema ambiental do Aterro Sanitário de Aquiraz

Sistema ambiental	Área	Componente Ambiental
<b>ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA</b>		
<b>MEIO FÍSICO</b>	ATMOSFERA	1- Temperatura
		2- Insolação/Luminosidade
		3- Precipitação
		4- Umidade
		5- Evaporação/Transpiração
		6- Circulação/Ventos
		7- Teores de Partículas/Ruídos
		8- Gases
		9 – Odores
	Geologia/Geomorfologia	10 – Recursos minerais
		11 -Estabilidade de encostas
		12- Intemperismo/Erosão
		13 – Sedimentação/Assoreamento
		14 – Morfologia / Relevo
	Solos	15 – Qualidade
		16 – Disponibilidade
		17 – Uso e Ocupação
	Águas Superficiais	18 – Qualidade
		19 – Disponibilidade
		20 – Rede de Drenagem
	Águas subterrâneas	21 – Qualidade
		22 – Disponibilidade
		23 – Fluxo
		24 – Recarga
		25 - Exutórios
<b>Meio Biológico</b>	Flora	26 - Vegetação subperenifólia

		27 - Zona ribeirinha	
		28 – Vegetação antrópica	
		Fauna	29 – Mastofauna
			30 – Ornitofauna
			31 – Herptofauna
			32 – Microfauna
<b>Meio Socioeconômico</b>	População	33 – Contingente	
		34 – Composição	
		35 – Ocupação Renda	
		36 – Saúde	
		37 - Educação	
		38 – Saneamento	
		39 – Segurança	
		40 – Associativismo	
		41 – Expectativas	
		42 – Mobilidade	
		43 – Relações Familiares	
		44 – Relações Sociais	
	Infraestrutura	45 – Habitação	
		46 – Saúde	
		47 – Educação	
		48 – Saneamento	
		49 – Energia	
		50 – Comunicação	
		51 – Rede viária	
		52 – Assistência social	
	Economia	53 – Setor primário	
		54 – Setor secundário	
		55- Setor terciário	
		56 – Setor Público	
<b>ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA</b>			
<b>Meio físico</b>	Aspectos	57 – Atmosfera	
		58 – Processos geológicos	

		59 – Solos
		60 – Águas superficiais
		61 – Águas subterrâneas
<b>Meio biológico</b>	Ecossistemas	62 – Vegetação
		63 – Fauna
		64 – Dinâmica
<b>Meio Socioeconômico</b>	População	65 – Contingente
		66 – Composição
		67 – Saúde
		68 – Saneamento/Limpeza urbana
		69 – Relações sociais
		70 – Infraestrutura
	Economia	71 – Setor primário
		72 – Setor secundário
		73 – Setor terciário
		74 – Setor público

Fonte: Adaptado do EIA ( CONCREMAT/CSL/CAB ,1995)

### 3.3 AVALIAÇÃO EX-POST DE IMPACTOS AMBIENTAIS

A avaliação ex-post de impactos ambientais foi realizada em 4 etapas, conforme o Quadro 9 expõe:

Quadro 9: Fases da avaliação ex post de impactos ambientais

ETAPAS	DESCRIÇÃO
1ª Etapa	Transcrição da matriz original, considerando apenas os meios físicos e biológicos e as fases de Operação e Monitoramento.
2ª Etapa	Identificação de novas ações impactantes para a listagem original
3ª Etapa	Elaboração da matriz ex post
4ª Etapa	Comparação entre a matriz original e a matriz reavaliada

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

A 1ª Etapa do projeto foi realizada com o apoio da Secretária de Meio Ambiente do Ceará (SEMACE), foi realizada uma visita a biblioteca no dia 11/04/2022 com o objetivo de ter acesso ao EIA e, conseqüentemente, a matriz ex-ante. Como o arquivo original era antigo, a SEMACE tinha apenas a cópia física do documento, foi necessária uma transcrição utilizando

o Excel para o acompanhamento do processo. Importante ressaltar que foram considerados apenas as ações impactantes das fases de Operação e Monitoramento. Os componentes ambientais considerados foram os Meios Físico e Biológico.

Durante a 2ª Etapa, foram analisados EIA'S mais recentes de outros aterros sanitários, com o intuito de identificar novos impactos e acrescentá-los a matriz para efeitos comparativos. Além disso, a operação do ASMLA também foi observada e em paralelo, o engenheiro responsável pela operação do aterro foi consultado para validar a identificação, uma reunião foi realizada no dia 03/06/2022 para consolidar as respostas. A existência dessa etapa é justificada pelo intervalo de tempo que existe entre a realização do levantamento dos impactos e os dias atuais, pode-se afirmar que os EIA's atuais possuem diferenças significativas em comparação com os do passado. Outro fator importante para essa fase é a troca de gestão que aconteceu no ASMLA, a Marquise Ambiental só assumiu a gestão das atividades do aterro em 2008, sendo assim, a empresa não participou da elaboração do EIA. As ações impactantes listadas nessa fase foram acrescentadas na matriz ex-post.

A 3ª Etapa foi realizada em parceria com a Marquise Ambiental, empresa que administra o aterro, foram realizadas visitas ao espaço físico nos dias 06/04/2022 e 08/06/2022 com o intuito de reavaliar os impactos da matriz ex-ante e identificar novos impactos, tendo como produto dessas ações a matriz ex-post, a operação foi observada durante as visitas com o intuito de identificar os impactos presentes no empreendimento. As ações serão classificadas de acordo com o Quadro 10.

Quadro 10: Critério para a definição do caráter do impacto

<b>Caráter do impacto</b>	<b>Critério</b>
Negativo	A ação gera um efeito negativo para o componente em questão
Neutro	A ação e o componente interagem, mas não há alteração significativa
Positivo	A ação gera um efeito positivo para o componente ou atenua um impacto nocivo ao mesmo.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

A 4ª Etapa consistiu em uma análise comparativa dos resultados obtidos na 3ª Etapa com o material original, com o auxílio de ferramentas de análise de dados como Excel , foram elaborados 2 gráficos para expor a variação dos números e uma tabela para fundamentar as diferenças com base na observação da operação e também em referências bibliográficas.

## 4.RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 ADAPTAÇÃO DA MATRIZ ORIGINAL

O Quadro 11 representa as ações impactantes que foram utilizadas durante a adaptação da matriz original para formar a matriz ex-ante utilizada no trabalho. Vale ressaltar que essa adaptação foi necessária devido às fases de estudo, pré-implantação e implantação já estarem finalizadas, impossibilitando assim a visualização dos impactos.

Quadro 11: Ações impactantes consideradas na matriz ex-ante

<b>Fases do empreendimento</b>	<b>Ações impactantes</b>
<b>Operação</b>	23 – Desmatamento da área das trincheiras
	24 – Transporte do Lixo
	25 – Escavação das trincheiras
	26 – Descarga do lixo
	27 – Compactação e recobrimento
	28 – Drenagem dos gases
	29 – Drenagem do chorume
	30 – Tratamento de chorume
	31 – Projeto de Arborização
<b>Monitoramento e Controle ambiental</b>	32 – Programa de educação ambiental
	33 – Monitoramento da qualidade dos líquidos
	34 – Monitoramento da qualidade dos sólidos
	35 – Controle dos gases
	36 – Controle de vetores e endemias
	37 – Auditoria ambiental

Fonte: Adaptado do EIA ( CONCREMAT/CSL/CAB ,1995)

O Quadro 12 representa os componentes ambientais considerados na adaptação da matriz original para formar a matriz ex-ante utilizada nesse trabalho. Vale ressaltar que o meio socioeconômico não considerado pois as questões sociais poderiam acabar adquirindo um caráter subjetivo na avaliação, tornando-a imprecisa.

Quadro 12: Componentes ambientais considerados na matriz ex-ante

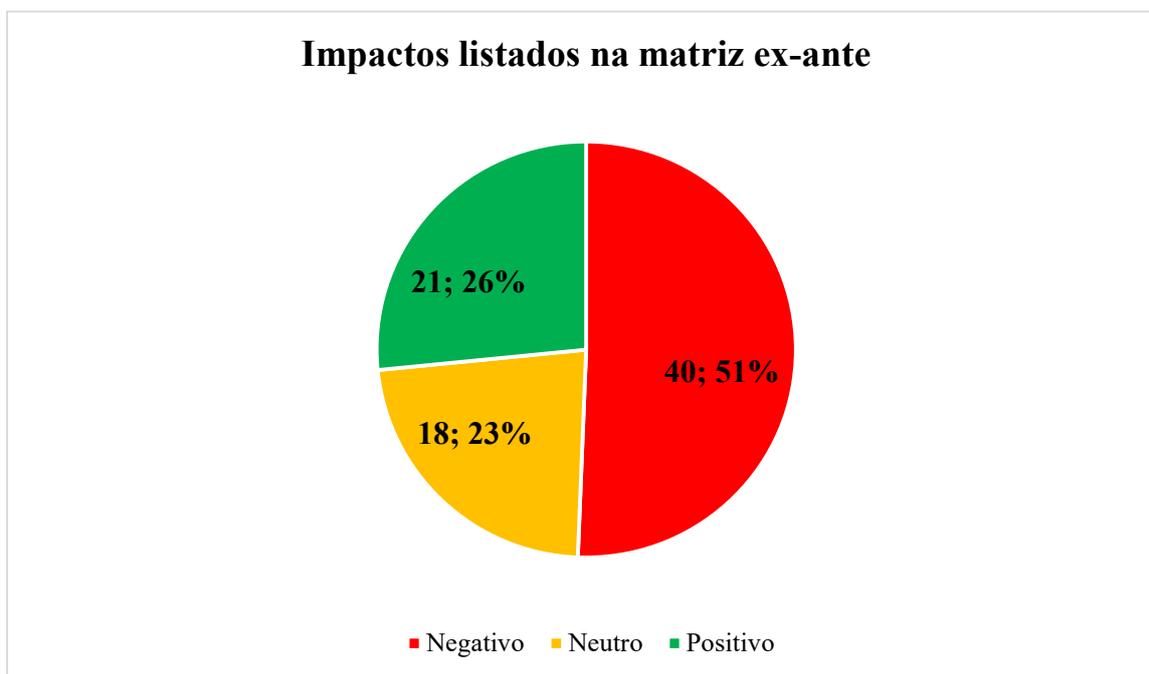
Sistema ambiental	Área	Componente Ambiental
<b>ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA</b>		
<b>MEIO FÍSICO</b>	ATMOSFERA	1- Temperatura
		2- Insolação/Luminosidade
		3- Precipitação
		4- Umidade
		5- Evaporação/Transpiração
		6- Circulação/Ventos
		7- Teores de Partículas/Ruídos
		8- Gases
		9 – Odores
	Geologia/Geomorfologia	10 – Recursos minerais
		11 -Estabilidade de encostas
		12- Intemperismo/Erosão
		13 – Sedimentação/Assoreamento
		14 – Morfologia / Relevo
	Solos	15 – Qualidade
		16 – Disponibilidade
		17 – Uso e Ocupação
	Águas Superficiais	18 – Qualidade
		19 – Disponibilidade
		20 – Rede de Drenagem
Águas subterrâneas	21 – Qualidade	
	22 – Disponibilidade	
	23 – Fluxo	
	24 – Recarga	
	25 - Exutórios	
<b>Meio Biológico</b>	Flora	26 - Vegetação subperenifólia
		27 - Zona ribeirinha
		28 – Vegetação antrópica
	Fauna	29 – Mastofauna
		30 – Ornitofauna

		31 – Herptofauna
		32 – Microfauna
<b>ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA</b>		
<b>Meio físico</b>	Aspectos	57 – Atmosfera
		58 – Processos geológicos
		59 – Solos
		60 – Águas superficiais
		61 – Águas subterrâneas
<b>Meio biológico</b>	Ecossistemas	62 – Vegetação
		63 – Fauna
		64 – Dinâmica

Fonte: Adaptado do EIA ( CONCREMAT/CSL/CAB ,1995)

A matrix ex-ante adaptada está disponível no Anexo 1. O gráfico 4 representa os impactos encontrados na matriz ex-post divididos por caráter do impacto.

Gráfico 4: Impactos listados na matriz ex-ante



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

O Gráfico 4 expõe que o número de impactos negativos representava mais da metade do total na matriz ex-ante, evidenciando que, mesmo sendo a alternativa mais correta para a destinação final dos resíduos, ainda existem impactos para os meios físico e biológico.

## 4.2 IDENTIFICAÇÃO DE NOVAS AÇÕES IMPACTANTES

O Quadro 13 expõe as ações impactantes que foram adicionados após a conclusão da 2ª etapa.

Quadro 13: Novas ações impactantes

<b>FASE</b>	<b>AÇÃO IMPACTANTE</b>
OPERAÇÃO	Drenagem de águas pluviais
	Plantio de capina nos taludes
MONITORAMENTO E CONTROLE AMBIENTAL	Monitoramento de atração de aves
	Monitoramento de estabilidade de taludes

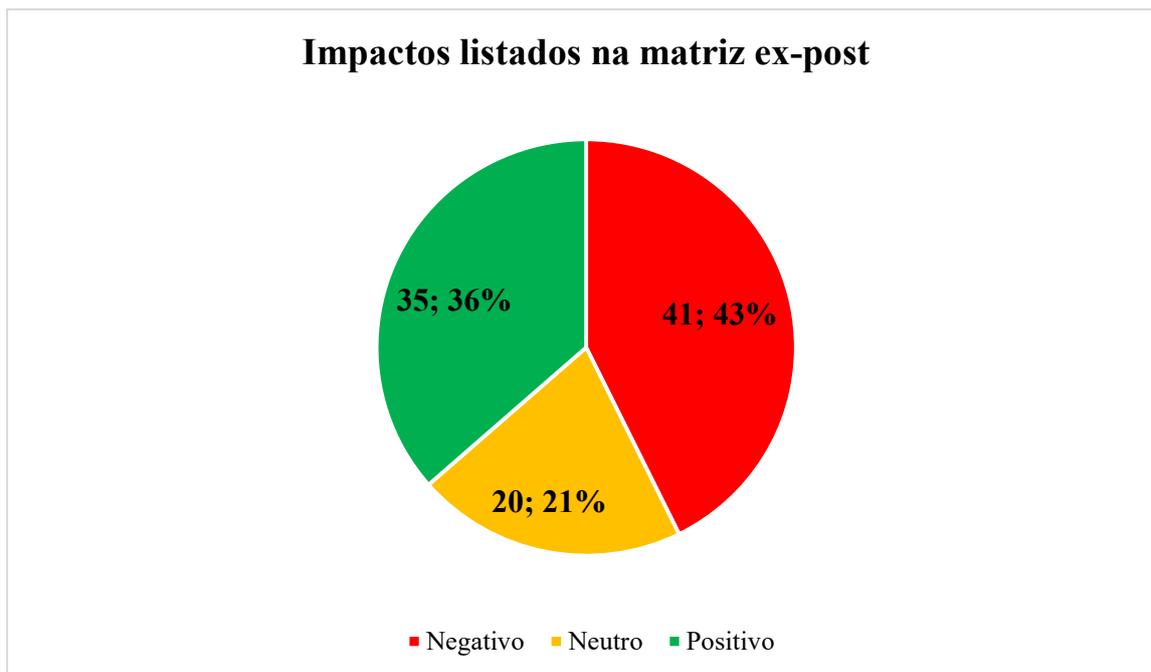
Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

Apesar da antiguidade do estudo, as ações previstas no projeto seguem bem alinhadas com os estudos mais recentes de aterros sanitários, apenas a ação de monitoramento de estabilidade de taludes foi incluída por meio dessa análise. Em relação às demais ações, foram incluídas com base na observação da operação, são ações que já eram utilizadas em outros aterros administrados pela Marquise Ambiental e foram incluídas no ASMLA após a troca de gestão.

## 4.3 ELABORAÇÃO DA MATRIZ EX-POST

O matriz ex-post está disponível no apêndice 1. O gráfico 5 representa os impactos encontrados na matriz ex-post divididos por caráter do impacto.

Gráfico 5: Impactos listados na matriz ex-post



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

O Gráfico 5 expõe que os impactos de caráter negativo representam 43% dos impactos lista, percentual que representa a maioria. Os impactos positivos representam a 2ª maior porcentagem, com 36%, a menor porcentagem representa os impactos neutros.

#### 4.4 COMPARAÇÃO ENTRE AS MATRIZ EX-ANTE E EX-POST

Tendo em vista os impactos listados nas matrizes ex-ante e ex-post, foi possível compará-las, o Quadro 14 expõe as diferenças, juntamente com a sua justificativa fundamentada em materiais bibliográficos e em observação da prática no ASMLA. Os critérios utilizados para classificar o caráter dos impactos foi o mesmo descrito na metodologia do trabalho.

Quadro 14: Diferenças entre a matriz ex-ante e ex-post

Impacto ( Ação x Componente)	Divergência	Justificativa
Desmatamento da área das trincheiras x Umidade	Novo impacto	Segundo TUNDISI (2003), a transpiração das plantas exerce um papel fundamental no ciclo hidrológico, fundamental para que haja a liberação de água para a atmosfera. O desmatamento contribui com a diminuição da vegetação disponível,

		consequentemente, causa um impacto <b>negativo</b> na umidade.
Desmatamento da área das trincheiras x Gases	Novo impacto	Segundo PACHECO (1990), a vegetação exerce um papel significativo nos fluxos de carbono, pois absorve o CO <sub>2</sub> presente na atmosfera. Com a retirada da vegetação, a absorção sofre uma diminuição, caracterizando um impacto <b>negativo</b> .
Transporte de Lixo x Gases	Novo impacto	O transporte do lixo utiliza uma quantidade considerável de veículos. Segundo MORAIS (2007), os veículos constituem parte significativa das emissões de gás carbônico no Brasil, fato que constitui um impacto <b>negativo</b> .
Descarga do lixo x Estabilidade de Taludes	Novo impacto	A descarga do lixo utiliza caminhões e máquinas pesadas, como existem diversos controles e monitoramentos, esse impacto foi classificado como <b>neutro</b> .
Drenagem dos gases x Gases	Alteração de Caráter	Segundo BORBA (2006), A decomposição de resíduos orgânicos em aterros é uma das principais fontes de emissão de metano (CH <sub>4</sub> ) na atmosfera. MOREIRA (2018) indica que uma das alternativas viáveis para a redução das emissões de CH <sub>4</sub> na atmosfera é a drenagem e queima dos gases, transformando-o em subprodutos menos agressivos. Já

		GUSMÃO (2019) avaliou o sistema de drenagem do ASMLA como adequado, evidenciando que ele contribui <b>positivamente</b> para reduzir os danos.
Drenagem dos gases x Odores	Alteração de Caráter	Segundo BORBA (2006), A decomposição de resíduos orgânicos em aterros é uma das principais fontes de emissão de metano (CH <sub>4</sub> ) na atmosfera. Segundo MONTEIRO (2009), a presença de metano está associada ao odor em sistemas de saneamento. A queima do metano produz CO <sub>2</sub> , um composto menos agressivo no odor, caracterizando um impacto <b>positivo</b> .
Drenagem dos gases x Estabilidade de taludes	Novo impacto	De acordo com RECESA(2008), A drenagem de gases tem como objetivo retirar os gases gerados no processo de degradação microbológica, de forma a aliviar as pressões internas que ocorrem no maciço, contribuindo <b>positivamente</b> para a estabilidade geotécnica dos taludes e, conseqüentemente para a segurança da obra
Drenagem do Chorume x Estabilidade de taludes	Novo impacto	Segundo GUSMÃO (2019), a drenagem reduz a pressão dos líquidos dentro da massa de resíduos, o que favorece a estabilidade do maciço. A drenagem do chorume foi classificada como adequada,

		contribuindo <b>positivamente</b> para a estabilidade dos taludes
Plantio de gramíneas nos taludes x Estabilidade dos taludes	Novo impacto	Segundo COPPIN; RICHARDS (2007), a vegetação proporciona efeitos mecânicos de agregação, ancoramento e resistência ao cisalhamento por conta da presença das raízes, resultando em um impacto <b>positivo</b> para a estabilidade do maciço.
Drenagem de Águas pluviais x Odores	Novo impacto	De acordo com ABRELPE (2015), O chorume é resultado da decomposição microbiológica da matéria orgânica contida nos resíduos, em associação às águas pluviais, formando um líquido de coloração escura, o qual contém elevada carga orgânica e contaminantes químicos e biológicos. Uma das características do chorume é possuir mau cheiro, então, há um impacto <b>positivo</b> na questão do odor.
Drenagem de águas pluviais x Qualidade da água superficial	Novo impacto	Segundo a ABRELPE (2015), a formação de chorume está diretamente ligada a presença de águas pluviais. O chorume, por possuir níveis de DBO elevados, seria prejudicial a qualidade das águas superficiais. Segundo GUSMÃO (2019), a drenagem de águas pluviais foi classificada como adequada,

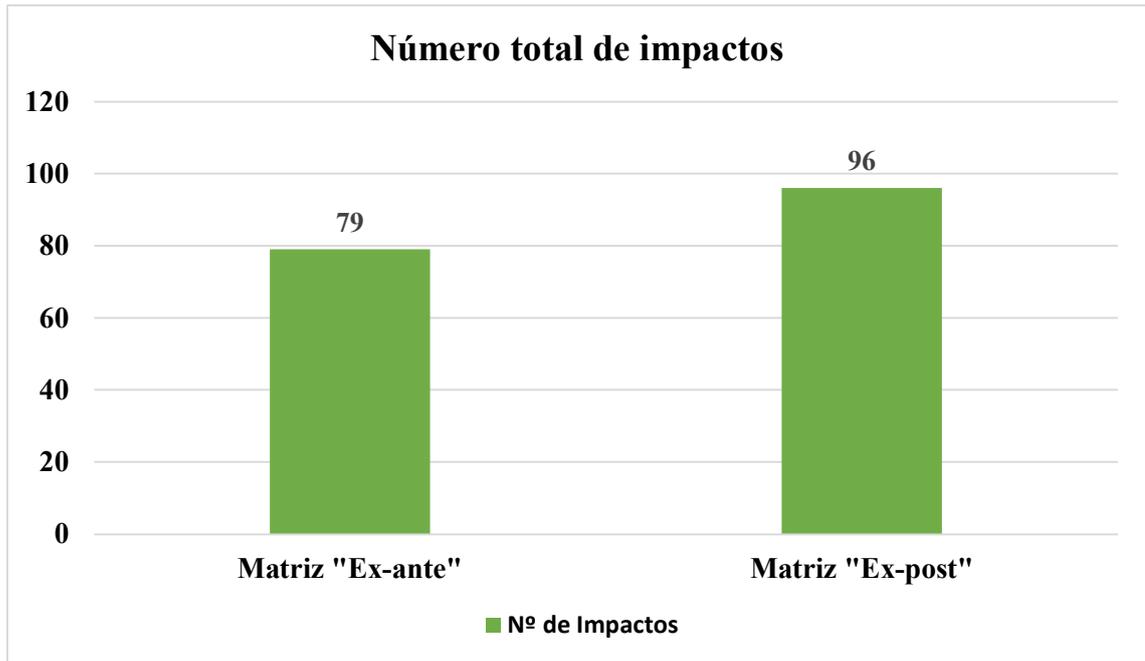
		simbolizando um impacto <b>positivo</b> na qualidade da água superficial.
Drenagem de Águas pluviais x Disponibilidade superficial	Novo impacto	Segundo GUSMÃO (2019), a finalidade básica desse sistema é desviar as águas da bacia de contribuição para uma área isolada que terá como destino o corpo d'água receptor, de modo a evitar a sua entrada nas células contendo os resíduos aterrados. GUSMÃO (2019) classifica o sistema de drenagem de águas pluviais como adequado, caracterizando o impacto como <b>positivo</b> .
Drenagem de Águas pluviais x Rede de drenagem	Novo impacto	A rede de drenagem é a ferramenta por onde a drenagem acontece, como os dois estão diretamente ligados, o impacto foi classificado como <b>neutro</b> .
Projeto de Arborização x Precipitação	Novo impacto	Segundo TUNDISI (2003), a transpiração das plantas exerce um papel fundamental no ciclo hidrológico, fundamental para que haja a liberação de água para a atmosfera. O projeto de arborização contribui <b>positivamente</b> para o seguimento do ciclo hidrológico.
Projeto de Arborização x Atmosfera (Área de influência indireta)	Novo impacto	Segundo PACHECO (1990), a vegetação exerce um papel significativo nos fluxos de carbono, pois absorve o CO <sub>2</sub> presente na atmosfera, fato que caracteriza um impacto <b>positivo</b> .

Projeto de Arborização x Vegetação (Área de influência indireta)	Novo impacto	O projeto de Arborização consiste em plantar novas árvores, trazendo um impacto <b>positivo</b> para a vegetação
Monitoramento da qualidade dos líquidos x Odores	Novo impacto	O monitoramento da qualidade dos líquidos tem como objetivo enquadrar os líquidos nos padrões de potabilidade adequados para a situação, fator que inclui a remoção do odor causado pela matéria orgânica, causando um impacto <b>positivo</b> .
Controle de Atração de Aves x Ornitofauna	Novo impacto	Segundo GUSMÃO (2019), a operação do aterro acaba por atrair aves, devido ao odor e a presença de matéria orgânica. Existe um conjunto de ações para dispersar essas aves, com o intuito de evitar acidentes, ocasionando um impacto <b>positivo</b> .
Monitoramento da estabilidade de taludes x Estabilidade de taludes	Novo impacto	O monitoramento tem como objetivo manter o maciço em boas condições, um impacto <b>positivo</b> .

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022)

O Gráfico 6 expõe a variação total no número de impactos entre as matrizes ex-ante e ex-post

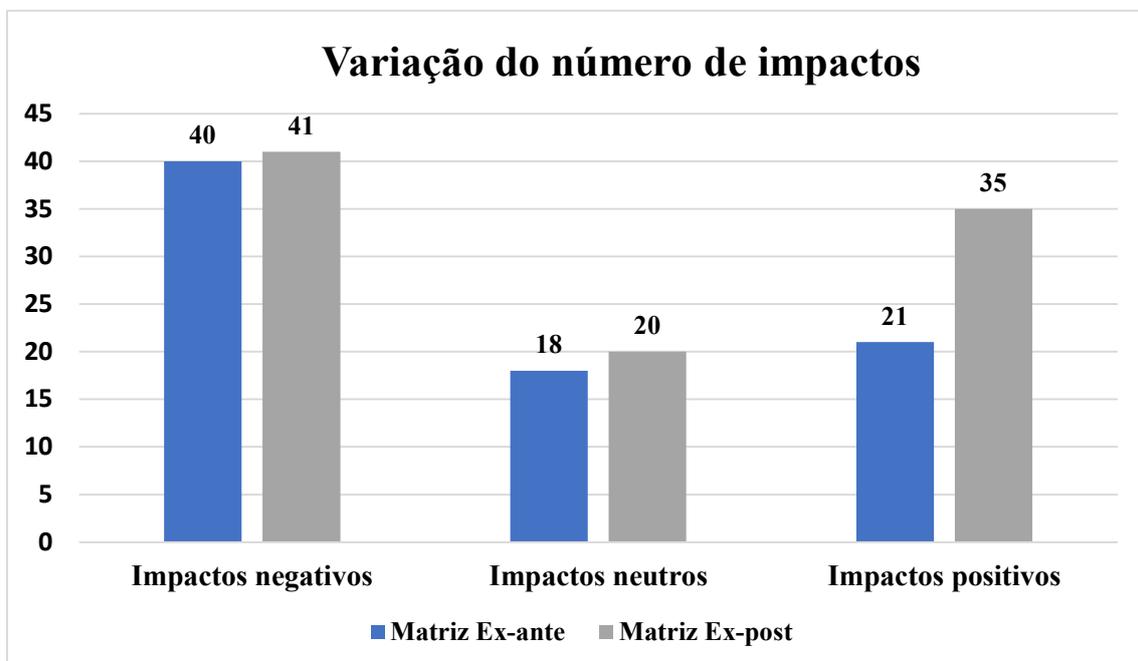
Gráfico 6: Comparativo entre o número total de impactos



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

O Gráfico 7 expõe uma comparação entre o número de impactos positivos, neutros e negativos listados nas matrizes.

Gráfico 7: Variação do número de impactos por caráter



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Observou-se no Gráfico 7, algumas variações no número de impactos. Sobre os impactos negativos, foram listados 3 novos impactos na reavaliação, porém, houveram

também 2 reclassificações, ou seja, 2 impactos negativos tiveram seu caráter alterado para positivos, essas duas mudanças contribuíram para o crescimento de impactos negativos, de 40 para 41.

Sobre os impactos neutros, houveram 2 novos impactos listados na reavaliação, contribuindo para que o número crescesse de 18 para 20.

Sobre os impactos positivos, 12 novos impactos foram listados, além dos 2 que foram reclassificados, resultando na evolução de 21 para 35 impactos positivos. O elevado número de novos impactos positivos pode ser explicado pela entrada de novas ações impactantes como a drenagem de águas pluviais, o plantio de gramíneas e os monitoramentos de estabilidade de taludes a atração de aves. Ações originais do plano também contribuíram para o crescimento do número, principalmente as ações que visavam atenuar impactos mais nocivos, dentre essas ações é possível destacar a drenagem de gases e chorume, o projeto de arborização e o monitoramento da qualidade de líquidos.

Dentre os diversos fatores que explicam essas diferenças, é possível destacar três: Antiguidade do estudo, mudança de gestão e divergência de critérios.

O EIA do ASMLA foi publicado no ano de 1995, 27 anos atrás. De todas as referências usadas para justificar as alterações, apenas uma já existia quando o estudo foi publicado, é possível atribuir parte das diferenças a evolução dos conceitos e também da informação, nos dias atuais, o acesso a artigos e materiais científicos variados está mais prático e rápido.

A mudança de gestão foi um fator determinante para as alterações. A Marquise assumiu a gestão do ASMLA em 2008, como a empresa já possuía experiência na gestão de outros aterros, como o Aterro Sanitário Municipal Oeste de Caucaia (ASMOC), que recebe os resíduos dos municípios de Fortaleza e Caucaia, foi possível otimizar os processos e desenvolver novas ações para o ASMLA, como a drenagem de águas pluviais e o controle de atração de aves, que não estavam previstos no projeto inicial.

A divergência de critérios adotados se faz visível em alguns impactos, como por exemplo, a drenagem de gases. A drenagem de gases causou impactos negativos em gases e odores na matriz original, porém, existem argumentos que apontam para que o impacto seja positivo. Existe também a possibilidade de que os elaboradores do estudo tenham constatado que o impacto existia, porém o desconsideraram por acreditar que o seu efeito seria desprezível, como nos impactos relacionados ao desmatamento da área das trincheiras.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo como base o EIA do ASMLA, a matriz ex-ante foi elaborada com base no material original, e apresentou um total de 79 impactos, sendo 40 negativos, 18 neutros e 21 positivos. Em contrapartida, a matriz ex-post, que teve o acréscimo de 4 novas ações impactantes, apresentou 96 impactos, sendo 41 negativos, 20 neutros e 35 positivos. Ao todo, foram encontradas 19 diferenças, sendo 17 novos impactos e 2 alterações de caráter.

Comparando as duas matrizes, é possível afirmar que as diferenças encontradas possuem motivos para existir. As principais razões que explicam esse número são a antiguidade do estudo, a mudança de gestão e divergência de critérios.

A importância desse trabalho pode ser confirmada pelo número de diferenças apresentadas entre as duas matrizes, todas justificadas com base em referências bibliográficas e observação da operação do aterro sanitário. As diferenças também expõem a evolução das discussões sobre os impactos ambientais ao longo dos anos, algo que pode ser considerado um avanço.

Por fim, é válido salientar a importância da avaliação ex-post de impactos ambientais. Com o passar dos anos, a ciência e a informação evoluem, novos estudos surgem e a tendência é de que alguns estudos antigos se tornem obsoletos, faz-se necessário um acompanhamento durante a operação do objeto do EIA para que as práticas não se tornem ultrapassados.

## 6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABRELPE, EMPRESAS ASSOCIADAS; ABRELPE. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. São Paulo: Grappa, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS [ABRELPE]. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS [ABRELPE]. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS [ABRELPE]. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS [ABRELPE]. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS [ABRELPE]. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS [ABRELPE]. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS [ABRELPE]. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS [ABRELPE]. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS [ABRELPE]. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS [ABRELPE]. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. 2020.

BORBA, Silvia Mary Pereira. Análise de Modelos de Geração de Gases em Aterros Sanitários: estudo de caso. 2006. Tese de Doutorado. Dissertação. Mestrado em Engenharia Civil. Rio de Janeiro. 134 p. UFRJ-Universidade Federal do Rio de Janeiro.

COPPIN, N. J.; RICHARDS, I. J. Use of vegetation in civil engineering. Construction Industry Research and Information Association, Butterworths, London, 2007. 312 p.

CREMONEZ, Filipe Eliazar et al. Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil. Revista Monografias Ambientais, p. 3821-3830, 2014.

DE JESUS VILELA, Paulo Sérgio; DANTAS, Camylla Rachelle Aguiar Araújo. Estudo das emissões fugitivas de biogás a partir da camada de cobertura dos aterros sanitários. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 12, n. 6, p. 307-318, 2021.

DE SOUSA, Cynthia Alves Félix; CAMPOS, Juliana Cláudia Bezerra; DE OLIVEIRA, Bárbara Meira. Panorama do gerenciamento dos Resíduos Sólidos no Brasil e no Nordeste após a implementação do PNRS. Revista Científica ANAP Brasil, v. 9, n. 15, 2016.

FADINI, Pedro Sérgio; FADINI, Almerinda Antonia Barbosa. Lixo: desafios e compromissos. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, v. 1, n. 1, p. 9-18, 2001.

FERNANDES, Danielly Abadia. A importância da implantação do aterro sanitário na cidade de Iraí de Minas-MG. 2019.

GODECKE, Marcos Vinicius; NAIME, Roberto Harb; FIGUEIREDO, João Alcione Sganderla. O consumismo e a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil. Revista Eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental, p. 1700-1712, 2012.

GODOY, Manuel Rolando Berríos. Dificuldades para aplicar a Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil. Caderno de Geografia, v. 23, n. 39, p. 1-12, 2013.

KLING, Ana Silva Mendes et al. Aplicação do método Battelle na avaliação do impacto ambiental da bacia hidrográfica do Rio Piabanha. 2005. Tese de Doutorado.

Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.

Lei nº 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. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 03 ago, 2010.

MAFFRA, Charles Rodrigo Belmonte et al. Métodos de avaliação da influência e contribuição das plantas sobre a estabilidade de taludes. Scientia Agraria, v. 18, n. 4, p. 129-143, 2017.

MAIA, HÉRIKA JULIANA LINHARES et al. Política Nacional de resíduos sólidos: um marco na legislação ambiental brasileira. POLÊM! CA, v. 13, n. 1, p. 1070-1080, 2014.

MATOS, Francinaldo Oliveira et al. IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DO ATERRO SANITÁRIO DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM-PA: APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE MELHORIA AMBIENTAL. Caminhos de geografia, v. 12, n. 39, 2011.

MONTEIRO, Luís Filipe dos Santos. Controlo de odores no sistema de saneamento básico dos SMAS de Peniche. 2009. Tese de Doutoramento. FCT-UNL.

MORAIS, Alyson Fidelis de. Análise setorial das emissões de CO<sub>2</sub> no Brasil. 2007. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá.

MOREIRA, F. G. S.. Emissões fugitivas de biogás em célula de aterro sanitário. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2018.

MOREIRA, Francisco Gleson dos Santos et al. Emissões fugitivas de biogás em célula de aterro sanitário. 2018.

MOTA, José Carlos et al. Características e impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos: uma visão conceitual. Águas Subterrâneas, 2009.

NASCIMENTO, Victor Fernandez et al. Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. Revista Ambiente & Água, v. 10, p. 889-902, 2015.

Norma ABNT NBR 10004:1987 Resíduos Sólidos – Classificação

Norma ABNT NBR 8418:1984 Apresentação de projetos de aterros de resíduos industriais perigosos.

PACHECO, Maria Raquel Pereira dos Santos; HELENE, Maria Elisa Marcondes. Atmosfera, fluxos de carbono e fertilização por CO<sub>2</sub>. Estudos avançados, v. 4, p. 204-220, 1990.

PORCIUNCULA, Luciana et al. Identificação e avaliação de impactos ambientais associados a aterros sanitários. 2014.

Richard A. HOUGHTON e George M WOODWELL (1989), "Global climatic change", Scientific American, vol. 260; n° 4, April 1989

ROHDE, Geraldo Mário. Estudos de Impacto Ambiental: a situação brasileira em 2000. In: VERDUM, Roberto; MEDEIROS, Rosa Maria Vieira.(Orgs). RIMA, Relatório de Impacto Ambiental: legislação, elaboração e resultados. 4 ed. (ver. ampl). Porto Alegre: UFRGS, 2002. p. 41-65.



