

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE MAUÁ**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE MAUÁ  
CURSO DE LOGÍSTICA**

**ALICE NASCIMENTO CASTRO  
BRUNO GABRIEL DA SILVA MARQUES CRUZ**

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS: O PROCESSO DE COLETA,  
TRANSPORTE E DESCARTE DE RESÍDUOS TÓXICOS.**

**MAUÁ - SP  
2024**

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE MAUÁ**

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS: O PROCESSO DE COLETA,  
TRANSPORTE E DESCARTE DE RESÍDUOS TÓXICOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à  
FATEC Mauá, como parte dos requisitos para obtenção  
do Título de Tecnólogo em Logística.

Orientador(a): Prof. (a). Dr. Imario Vieira

Prof. (a). Orientador (a): Dr. Imario Vieira

**MAUÁ - SP  
2024**

Catálogo-na-Publicação – Biblioteca Fatec Mauá

363.17

C355g Castro, Alice Nascimento.

Gerenciamento de resíduos : o processo de coleta, transporte e descarte de resíduos tóxicos / Alice Nascimento Castro, Bruno Gabriel da Silva Marques Cruz. – 2024.

47 p. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Imário Vieira.

Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia em Logística) – Faculdade de Tecnologia de Mauá.

Referências: p. 43-44.

1. Resíduos tóxicos. 2. Gerenciamento sustentável. 3. Tecnologia de tratamento. 4. Conscientização ambiental. 5. Incentivos econômicos. I. Cruz, Bruno Gabriel da Silva Marques. II. Vieira, Imário. III. Título.

CDD 23. : Substâncias perigosas: transporte 363.17  
Elaborada por Tatiana Sambinelli CRB-8 SP-011003/O

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE MAUÁ**

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS: O PROCESSO DE COLETA, TRANSPORTE E  
DESCARTE DE RESÍDUOS TÓXICOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à  
FATEC Mauá, como parte dos requisitos para obtenção do  
Título de Tecnólogo em Logística.

Aprovação em: 2024.

---

Prof. (a). Dr. Imario Vieira  
FATEC Mauá  
Orientador (a)

---

Prof. (a). Esp. Sebastião Gonçalves de Campos  
FATEC Mauá  
Avaliador (a)

---

Prof. (a). Me. Douglas Leonardo de Lima  
FATEC Mauá  
Avaliador (a)

## DEDICATÓRIA

A nossas famílias, pelo apoio incondicional e amor infinito. Aos nossos amigos, pelas palavras de incentivo nos momentos difíceis. Aos nossos professores, pela orientação valiosa e pela partilha do saber. Este trabalho é dedicado a todos que tornaram possível esta jornada.

## RESUMO

Este estudo investiga o gerenciamento de resíduos tóxicos, com foco nos processos de coleta, transporte e descarte de resíduos químicos industriais em uma empresa de engenharia ambiental no município de Mauá, São Paulo. O gerenciamento eficaz desses resíduos é uma questão crítica que requer soluções inovadoras e sustentáveis. Dentre as abordagens viáveis, destacam-se tecnologias avançadas de tratamento, como incineração controlada e tratamento biológico, que têm o potencial de reduzir a toxicidade dos resíduos, embora exijam investimentos significativos e infraestrutura especializada. O objetivo deste estudo é identificar os principais desafios e soluções para o gerenciamento sustentável desses resíduos, levando em consideração a falta de infraestrutura adequada, a capacitação insuficiente dos profissionais, lacunas na fiscalização das políticas ambientais e a escassez de conscientização pública. A metodologia incluiu a aplicação de um questionário a 110 colaboradores da empresa, com o intuito de coletar dados sobre as práticas atuais e as percepções relacionadas ao gerenciamento de resíduos. Os resultados apontaram a falta de recursos técnicos e logísticos como um dos maiores obstáculos, destacando também a necessidade urgente de capacitação profissional. Além disso, a pesquisa revelou que, apesar dos desafios, a colaboração entre governos municipais, indústrias, instituições de pesquisa e a comunidade pode ser a chave para a implementação de soluções mais eficazes e integradas. O estudo sugere que a combinação de tecnologias adequadas, políticas públicas claras e o engajamento de múltiplos atores são essenciais para a melhoria do gerenciamento de resíduos na região.

**Palavras chaves:** Resíduos tóxicos, Gerenciamento sustentável, Tecnologias de tratamento, Conscientização ambiental, Incentivos econômicos.

## ABSTRACT

This study investigates the management of toxic waste, focusing on the processes of collection, transportation, and disposal of industrial chemical waste in an environmental engineering company in the municipality of Mauá, São Paulo. Effective management of this waste is a critical issue that requires innovative and sustainable solutions. Among the viable approaches, advanced treatment technologies such as controlled incineration and biological treatment stand out, as they have the potential to reduce waste toxicity, although they require significant investments and specialized infrastructure. The objective of this study is to identify the main challenges and solutions for the sustainable management of these wastes, taking into account the lack of adequate infrastructure, insufficient professional training, gaps in the enforcement of environmental policies, and a lack of public awareness. The methodology included administering a questionnaire to 110 employees of the company to collect data on current practices and perceptions related to waste management. The results indicated that the lack of technical and logistical resources is one of the major obstacles, highlighting the urgent need for professional training. Additionally, the research revealed that, despite the challenges, collaboration among municipal governments, industries, research institutions, and the community can be the key to implementing more effective and integrated solutions. The study suggests that a combination of appropriate technologies, clear public policies, and the engagement of multiple stakeholders is essential for improving waste management in the region.

**Keywords:** Toxic waste, Sustainable management, Treatment technologies, Environmental awareness, Economic incentives.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
1.1. Delimitação temporal e geográfica .....	9
1.2. Definição do problema .....	9
1.3. Hipóteses .....	10
1.4. Objetivo .....	11
1.5. Justificativa.....	11
1.6. Metodologia.....	11
1.7. Estruturação do trabalho .....	11
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>13</b>
2.1. Introdução ao descarte de resíduos tóxicos .....	13
2.2. Origens e composição dos resíduos tóxicos .....	14
2.3. Legislação e regulamentações.....	15
2.4. Impactos ambientais e para a saúde.....	17
2.5. Desafios e limitações .....	19
2.6. Tecnologias e métodos de tratamento .....	21
<b>3. O PROJETO</b> .....	<b>24</b>
<b>4. METODOLOGIA DE PESQUISA</b> .....	<b>26</b>
4.1. Definição e o tipo da pesquisa .....	27
<b>5. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS</b> .....	<b>28</b>
<b>6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>43</b>
<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO</b> .....	<b>45</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

No atual cenário global, a gestão adequada de resíduos, especialmente os de natureza tóxica, tornou-se uma preocupação premente para governos, organizações e comunidades em todo o mundo. O aumento da industrialização, o avanço tecnológico e o crescimento populacional têm contribuído para o aumento da geração de resíduos, incluindo os perigosos, representando um desafio complexo em termos de coleta, transporte e descarte (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2024).

Nos últimos anos, a conscientização sobre os impactos negativos dos resíduos tóxicos na saúde humana e no meio ambiente tem crescido significativamente. Substâncias químicas perigosas, como metais pesados, produtos químicos industriais e materiais radioativos, representam uma ameaça séria quando mal gerenciadas, podendo contaminar solos, água e ar, afetando ecossistemas inteiros e colocando em risco a saúde das comunidades próximas aos locais de geração e descarte. Além disso, a falta de regulamentação eficaz e a infraestrutura inadequada exacerbam os desafios enfrentados pelos responsáveis pela gestão de resíduos, aumentando o potencial de danos ambientais e para a saúde pública.

Essa análise foi contextualizada com a literatura existente para identificar desafios, lacunas na legislação e propor soluções inovadoras para melhorar a coleta, transporte e descarte de resíduos tóxicos.

O objeto de investigação é o gerenciamento de resíduos em uma empresa de Engenharia Ambiental de médio porte, que visa a sustentabilidade, que faz a coleta, transporte e o descarte adequado de resíduos tóxicos.

### **1.1. Delimitação temporal e geográfica**

A delimitação temporal dessa pesquisa tem início no dia 08 do mês de fevereiro de 2024 e vai até o dia 23 de novembro de 2024. A delimitação geográfica deste trabalho abrange o município de Mauá, localizado no estado de São Paulo. e o segmento da pesquisa é o da Engenharia ambiental.

### **1.2. Definição do problema**

O gerenciamento de resíduos tóxicos tem como principal problema a seguinte pergunta:

Quais são os principais desafios e soluções para o gerenciamento sustentável de

resíduos químicos industriais tóxicos em uma empresa de engenharia ambiental no município de Mauá?

Apesar dos esforços regulatórios e das práticas de gestão implementadas, persistem desafios significativos no eficaz gerenciamento de resíduos químicos industriais tóxicos, especialmente no que diz respeito à coleta, transporte e descarte desses materiais.

Questões como a falta de infraestrutura adequada, lacunas na regulamentação, limitações tecnológicas e a falta de conscientização pública continuam a contribuir para a contaminação ambiental e os riscos à saúde associados aos resíduos tóxicos. Portanto, há uma necessidade premente na identificação e abordagem das lacunas existentes no atual sistema de gerenciamento de resíduos químicos industriais tóxicos, trazendo a promoção práticas mais sustentáveis a mitigação dos impactos negativos sobre o meio ambiente e a saúde pública.

### **1.3. Hipóteses**

O descarte de resíduos tóxicos é uma questão premente que requer abordagens eficazes para proteger o meio ambiente e a saúde pública. Diante desse desafio, várias hipóteses têm sido propostas como soluções viáveis.

Uma delas sugere que a implementação de tecnologias de tratamento avançadas, como processos de incineração controlada e tratamento biológico, pode reduzir a toxicidade dos resíduos e minimizar os impactos ambientais negativos.

Outra hipótese destaca a importância da educação ambiental e conscientização pública, argumentando que programas educacionais e campanhas de sensibilização podem promover práticas de descarte responsáveis e engajar a comunidade na gestão de resíduos.

Além disso, a implementação de incentivos econômicos, como taxas de descarte de resíduos e créditos fiscais para empresas que adotam práticas sustentáveis, pode estimular a conformidade regulatória e a adoção de práticas mais sustentáveis pelas indústrias.

A abordagem integrada por meio de políticas de gerenciamento de resíduos também é considerada crucial. Políticas abrangentes que aborem toda a cadeia de produção, consumo e disposição final podem reduzir o volume de resíduos tóxicos gerados e promover práticas de descarte mais sustentáveis.

Por fim, o fomento à pesquisa e desenvolvimento de alternativas sustentáveis para produtos químicos perigosos pode diminuir a dependência de substâncias nocivas e impulsionar a transição para uma economia mais circular e de baixo carbono.

Essas hipóteses proporcionam um ponto de partida para investigações mais aprofundadas e análises empíricas sobre como resolver o desafio do descarte de resíduos

tóxicos de maneira eficaz e sustentável.

#### **1.4. Objetivo**

O objetivo geral desta pesquisa é: analisar estratégias eficazes para o gerenciamento sustentável dos resíduos tóxicos na empresa que para este projeto foi denominada de EcoMauá Engenharia Ambiental, localizada na cidade de Mauá, abordando os processos de coleta, transporte e descarte. Os objetivos específicos visa minimizar impactos ambientais e riscos à saúde pública.

#### **1.5. Justificativa**

A pesquisa sobre gerenciamento de resíduos tóxicos justifica-se pela urgente necessidade de abordar questões ambientais e de saúde pública associadas a esses materiais. Os resíduos tóxicos representam uma séria ameaça ao meio ambiente, contaminando o solo, a água e o ar e prejudicando a biodiversidade. Além disso, seu manejo inadequado pode resultar em graves consequências para a saúde humana, incluindo intoxicações agudas e crônicas, doenças respiratórias e até câncer.

Portanto, investigar e propor estratégias eficazes para a coleta, transporte e descarte desses resíduos é fundamental para promover a proteção ambiental e a saúde pública, bem como para avançar na busca por soluções sustentáveis e inovadoras nessa área crítica de estudo.

#### **1.6. Metodologia**

A metodologia deste estudo sobre gerenciamento de resíduos tóxicos envolveu uma revisão bibliográfica abrangente, estabelecimento de objetivos claros, utilização de métodos de coleta de dados como entrevistas e questionários, análise dos dados obtidos e interpretação dos resultados. (Mais detalhes serão dados no capítulo 4 deste TCC)

Nessa pesquisa também foram utilizados artigos, dissertações, teses, entre outros.

#### **1.7. Estruturação do trabalho**

Este TCC apresenta-se estruturada da seguinte forma:

a) No primeiro capítulo é apresentada, a introdução contendo a contextualização e sua abordagem, a Definição do Problema, o Objetivo do trabalho de pesquisa, a Justificativa,

destacando-se neste escopo a sua devida importância e fronteira de Delimitação da pesquisa, bem como sua divisão capitular.

b) O segundo capítulo apresenta a revisão bibliográfica sobre o setor do gerenciamento de resíduos, além de fundamentação teórica sobre o descarte adequado de resíduos tóxicos.

c) Prossegue-se no terceiro capítulo o Projeto, e no capítulo 4 a descrição do método da pesquisa empregado nesta dissertação. Será apresentado o Tipo da pesquisa, o Objeto do Estudo de Caso e o delineamento da pesquisa e as atividades realizadas para alcançar e os resultados;

d) Por fim, as análises de resultados, considerações finais e referências.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

O descarte de resíduos tóxicos é uma questão complexa e multifacetada que tem recebido crescente atenção tanto da comunidade acadêmica quanto das autoridades governamentais e da sociedade civil. Esta seção visa fornecer uma revisão abrangente das pesquisas relevantes sobre o tema, abordando desde as origens e composição dos resíduos tóxicos até as estratégias de gerenciamento e os impactos ambientais e para a saúde associados.

### **2.1. Introdução ao descarte de resíduos tóxicos**

O descarte de resíduos tóxicos é uma preocupação crescente devido aos seus impactos ambientais e para a saúde humana. Essa questão tem ganhado cada vez mais atenção de autoridades, especialistas e da sociedade em geral, dado o potencial destrutivo desses resíduos se não forem geridos de maneira adequada. Segundo o relatório da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ, 2024), os resíduos tóxicos podem incluir substâncias químicas perigosas, metais pesados, materiais radioativos e produtos farmacêuticos.

Essas substâncias, quando descartadas de forma inadequada, representam uma ameaça significativa aos ecossistemas naturais, contaminando solos, rios e oceanos, e afetando a biodiversidade.

Segundo o Ministério da Saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2024), resíduos tóxicos, como metais pesados e produtos químicos industriais, representam riscos sérios à saúde pública, pois podem causar doenças respiratórias, câncer, problemas neurológicos e reprodutivos. Estudos apontam que a exposição prolongada a metais pesados, por exemplo, pode levar a intoxicações crônicas, enquanto a exposição a materiais radioativos aumenta os riscos de mutações genéticas e câncer. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2024).

Os produtos farmacêuticos, quando descartados inadequadamente, podem contaminar fontes de água potável, afetando não apenas os seres humanos, mas também a fauna aquática. Estudos têm mostrado que traços de medicamentos encontrados em rios e lagos podem alterar o comportamento e a fisiologia de peixes e outros organismos aquáticos.

Portanto, é essencial que haja um manejo adequado e regulamentado

desses resíduos para minimizar seus impactos negativos. A implementação de políticas públicas eficazes, a conscientização da população sobre a importância do descarte correto e o desenvolvimento de tecnologias de tratamento de resíduos são passos cruciais para enfrentar esse desafio. A colaboração entre governos, indústria e sociedade civil é fundamental para proteger tanto o meio ambiente quanto a saúde humana dos perigos associados aos resíduos tóxicos.

Para entender melhor como enfrentar esses desafios, é importante conhecer as origens e a composição dos resíduos tóxicos. Eles podem ser gerados por diversas fontes e possuem uma variedade de componentes que requerem tratamentos específicos para sua adequada gestão.

## **2.2. Origens e composição dos resíduos tóxicos**

Os resíduos tóxicos têm diversas origens e composições, abrangendo uma ampla gama de materiais e substâncias que representam um risco significativo para o meio ambiente e a saúde humana. De acordo com o estudo de Carvalho et al. (2020), as principais fontes de resíduos tóxicos no Brasil incluem processos industriais, atividades agrícolas, descarte de produtos químicos e resíduos de saúde.

Os processos industriais geram uma variedade de resíduos tóxicos devido ao uso de substâncias químicas perigosas, metais pesados e solventes. Esses resíduos, se não forem tratados adequadamente, podem contaminar o solo e a água, prejudicando a biodiversidade e a qualidade dos recursos hídricos. De acordo com o relatório da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), a poluição causada por atividades industriais é uma das principais ameaças à qualidade dos recursos hídricos no Brasil (ANA, 2017).

As atividades agrícolas também contribuem significativamente para a geração de resíduos tóxicos. O uso intensivo de pesticidas e fertilizantes químicos pode levar à contaminação do solo e das águas subterrâneas, afetando ecossistemas locais e a saúde das comunidades agrícolas. Estudos realizados pela EMBRAPA apontam que o manejo inadequado de agrotóxicos e fertilizantes é uma das principais causas de degradação ambiental em áreas agrícolas no país (EMBRAPA, 2017).

O descarte inadequado de produtos químicos é outra fonte importante de

resíduos tóxicos. Produtos domésticos como baterias, tintas, solventes e produtos de limpeza contêm substâncias perigosas que podem causar danos ambientais e à saúde se não forem descartados corretamente. Esse problema é amplamente discutido no relatório da ANA, que destaca a importância de práticas de descarte adequado para mitigar os riscos ambientais (ANA, 2017).

Além disso, os resíduos de saúde, provenientes de hospitais, clínicas e laboratórios, incluem materiais contaminados por agentes patogênicos, produtos farmacêuticos expirados e instrumentos médicos descartáveis. Esses resíduos representam um risco elevado de contaminação e requerem um manejo especializado para evitar a disseminação de doenças e a contaminação ambiental.

O estudo de Carvalho et al. (2020) destaca a importância de uma abordagem integrada para o gerenciamento desses resíduos. Isso inclui a implementação de políticas públicas eficazes, a adoção de tecnologias avançadas para o tratamento de resíduos, a conscientização da população sobre práticas de descarte seguro e a promoção de uma economia circular que minimize a geração de resíduos tóxicos desde a fonte.

A colaboração entre governos, indústrias e sociedade civil é essencial para enfrentar os desafios associados aos resíduos tóxicos e proteger o meio ambiente e a saúde pública. Portanto, uma gestão eficiente e responsável dos resíduos tóxicos é fundamental para garantir um futuro sustentável e seguro para todos.

Para alcançar essa gestão eficiente, é indispensável que exista uma estrutura robusta de legislação e regulamentações que guie as práticas de manejo de resíduos tóxicos. As políticas legais estabelecem os padrões e as obrigações para todas as partes envolvidas, assegurando que as ações sejam tomadas de forma a minimizar os riscos e impactos negativos ao meio ambiente e à saúde.

### **2.3. Legislação e regulamentações**

A legislação e as regulamentações relacionadas ao descarte de resíduos tóxicos no Brasil são abordadas por diversas entidades governamentais, com destaque para o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e a Agência Nacional de

Vigilância Sanitária (Anvisa). Essas instituições são responsáveis por criar, implementar e monitorar as normas que visam proteger o meio ambiente e a saúde pública dos impactos adversos causados pelos resíduos tóxicos.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2020), as normativas brasileiras são desenhadas para controlar rigorosamente todas as etapas do manejo de resíduos perigosos. Isso inclui o transporte, tratamento e disposição final desses resíduos, assegurando que cada etapa seja realizada de forma segura e eficiente. As diretrizes estabelecidas buscam prevenir a contaminação ambiental e minimizar os riscos à saúde humana, promovendo práticas que evitem o descarte inadequado de substâncias perigosas.

Essas regulamentações são baseadas na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), um marco legal fundamental que orienta a gestão de resíduos sólidos no Brasil. A PNRS estabelece princípios, objetivos e instrumentos para a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos, incluindo os resíduos tóxicos. Entre os seus principais objetivos estão a redução da geração de resíduos, o aumento da reciclagem e reutilização, e a promoção da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (Brasil, 2010).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) desempenha um papel crucial na regulamentação dos resíduos tóxicos, especialmente aqueles que são classificados como resíduos de saúde (ANVISA, 2024).

A Anvisa estabelece normas específicas para o descarte de resíduos hospitalares e farmacêuticos, garantindo que esses materiais sejam tratados de maneira a evitar riscos biológicos e químicos à população e ao meio ambiente.

Segundo a Resolução RDC nº 222, de 2018, a Anvisa regulamenta todo o processo de gerenciamento desses resíduos, desde a geração até o tratamento e a disposição final (ANVISA, 2024). Além disso, a Anvisa monitora o cumprimento dessas normas, realizando inspeções e aplicando sanções quando necessário.

Para garantir a eficácia dessas regulamentações, o Brasil adota uma abordagem de fiscalização e controle, onde órgãos ambientais, como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), atuam em conjunto com o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e a Anvisa. Esses órgãos são responsáveis por emitir licenças ambientais, realizar auditorias e

fiscalizações, e promover programas de educação ambiental para conscientizar a população e as empresas sobre a importância do manejo correto dos resíduos tóxicos, conforme estabelecido pela Lei nº 12.305, de 2010.

Nesse contexto, a legislação e as regulamentações no Brasil sobre o descarte de resíduos tóxicos são robustas e abrangentes, refletindo um compromisso com a proteção ambiental e a saúde pública. A atuação coordenada do Ministério do Meio Ambiente, da Anvisa e de outros órgãos ambientais é essencial para garantir que os resíduos tóxicos sejam geridos de forma segura e responsável, conforme os princípios estabelecidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Apesar dessas regulamentações, os impactos dos resíduos tóxicos no meio ambiente e na saúde humana continuam sendo uma preocupação significativa. Quando mal geridos, esses resíduos podem contaminar solos, águas e até o ar, causando danos duradouros aos ecossistemas e representando sérios riscos à saúde, como doenças respiratórias, problemas neurológicos e contaminação alimentar. Esses riscos ressaltam a urgência em aprimorar as práticas de manejo de resíduos, visando proteger tanto o meio ambiente quanto a saúde pública.

#### **2.4. Impactos ambientais e para a saúde**

Os resíduos tóxicos têm impactos ambientais significativos no Brasil, afetando diversos ecossistemas e comunidades humanas. De acordo com o estudo de Lima et al. (2019), a contaminação do solo, da água e do ar por resíduos tóxicos é uma realidade preocupante que pode resultar em uma série de consequências negativas.

Esses resíduos, provenientes de atividades industriais, agrícolas, urbanas e de saúde, contêm substâncias químicas perigosas, metais pesados e outros materiais nocivos que, ao serem descartados de forma inadequada, podem causar danos irreversíveis ao meio ambiente.

A contaminação do solo por resíduos tóxicos é um dos problemas mais graves, pois afeta diretamente a qualidade do solo, tornando-o menos fértil e capaz de suportar a vida vegetal e animal. Substâncias tóxicas podem se infiltrar no solo, contaminando as águas subterrâneas e prejudicando as plantas que

dependem desses recursos. Isso pode levar à redução da produtividade agrícola e à contaminação de culturas alimentares, representando um risco direto para a saúde humana quando esses alimentos são consumidos (MMA, 2020).

A poluição das águas é outro impacto ambiental crítico causado por resíduos tóxicos. Produtos químicos perigosos podem ser transportados pelas chuvas para rios, lagos e oceanos, afetando a qualidade da água e a vida aquática.

A presença de metais pesados e outras substâncias tóxicas na água pode matar peixes e outros organismos aquáticos, causando desequilíbrios nos ecossistemas aquáticos e afetando a pesca, uma importante fonte de sustento para muitas comunidades (MMA, 2020).

Além da contaminação do solo e da água, os resíduos tóxicos também contribuem para a poluição do ar. A queima de resíduos perigosos ou a liberação de gases tóxicos pode resultar em emissões de poluentes atmosféricos que prejudicam a qualidade do ar e afetam a saúde das pessoas. A exposição a esses poluentes pode causar problemas respiratórios, doenças cardiovasculares e outros problemas de saúde graves (MMA, 2020).

Os impactos ambientais dos resíduos tóxicos não se limitam apenas à degradação dos ecossistemas, mas também têm consequências diretas para a saúde humana. A contaminação de alimentos e água potável por substâncias tóxicas pode levar a envenenamentos, doenças crônicas e até mortes. Crianças e populações vulneráveis são especialmente suscetíveis aos efeitos nocivos dos resíduos tóxicos, o que evidencia a necessidade de intervenções urgentes e eficazes.

Diante desses desafios, o relatório do IPEA (2018) destaca a importância de políticas e práticas de gerenciamento mais eficazes para mitigar os impactos dos resíduos tóxicos no meio ambiente. É essencial que sejam implementadas medidas rigorosas de controle e tratamento de resíduos, juntamente com programas de educação e conscientização para a população. Além disso, o desenvolvimento de tecnologias mais seguras e sustentáveis para o manejo de resíduos é crucial para reduzir a geração de resíduos tóxicos e minimizar seus efeitos adversos.

Em suma, os resíduos tóxicos representam uma ameaça significativa ao meio ambiente e à saúde humana no Brasil. A adoção de políticas robustas e a

promoção de práticas de gerenciamento ambientalmente responsáveis são essenciais para proteger os ecossistemas naturais e garantir a qualidade de vida das futuras gerações.

No entanto, a implementação eficaz dessas políticas e práticas enfrenta diversos desafios e limitações. Entre eles, destacam-se a falta de infraestrutura adequada, a dificuldade de fiscalização e a necessidade de maior conscientização pública. Além disso, a constante evolução na composição dos resíduos e o surgimento de novas substâncias tóxicas exigem uma adaptação contínua das estratégias de gestão e regulamentação (SOUZA, 2021).

## **2.5. Desafios e limitações**

O gerenciamento de resíduos tóxicos no Brasil enfrenta diversos desafios complexos e significativos, que dificultam a proteção do meio ambiente e da saúde pública.

Segundo o estudo de revisão de Souza et al. (2021), há uma série de limitações que precisam ser superadas para melhorar a eficácia das práticas de gestão de resíduos tóxicos no país. Entre as principais limitações identificadas estão a falta de infraestrutura adequada, a capacitação técnica insuficiente e as dificuldades na implementação e fiscalização das políticas de gestão de resíduos.

A falta de infraestrutura adequada é um problema central no gerenciamento de resíduos tóxicos no Brasil. Muitas regiões do país não possuem instalações apropriadas para o tratamento e a disposição final segura desses resíduos, o que resulta em práticas inadequadas de descarte que podem causar sérios impactos ambientais e riscos à saúde. A ausência de aterros sanitários especializados e de unidades de tratamento para resíduos perigosos limita a capacidade de manejar esses materiais de forma segura e eficiente (ABRELPE, 2021).

Além disso, a capacitação técnica insuficiente dos profissionais envolvidos no gerenciamento de resíduos tóxicos é outro desafio significativo. Muitas vezes, os trabalhadores não recebem treinamento adequado para lidar com resíduos perigosos, o que pode levar a erros na manipulação, transporte e tratamento desses materiais (OLIVEIRA, 2021).

A falta de conhecimento técnico também dificulta a implementação de práticas avançadas de gestão de resíduos e a adoção de tecnologias inovadoras que poderiam minimizar os impactos negativos dos resíduos tóxicos.

Outro obstáculo importante é a dificuldade na implementação e fiscalização das políticas de gestão de resíduos. Embora existam regulamentações estabelecidas, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a aplicação dessas leis é frequentemente inconsistente e insuficiente. A fiscalização deficiente permite que práticas inadequadas de descarte e tratamento continuem ocorrendo, exacerbando os problemas ambientais e de saúde pública associados aos resíduos tóxicos.

O estudo de Souza et al. (2021) destaca a necessidade de uma abordagem integrada e participativa para enfrentar esses desafios. Isso inclui a colaboração entre governos, setor privado, sociedade civil e instituições de pesquisa para desenvolver soluções eficazes e sustentáveis. A criação de parcerias pode ajudar a mobilizar recursos, compartilhar conhecimentos e promover inovações tecnológicas que melhorem a gestão de resíduos tóxicos.

É essencial também investir em infraestrutura adequada para o tratamento e disposição final dos resíduos tóxicos, garantindo que todas as regiões do país tenham acesso a instalações seguras e eficientes. Programas de capacitação técnica devem ser implementados para treinar profissionais em práticas seguras e eficazes de manejo de resíduos, bem como para disseminar conhecimentos sobre novas tecnologias e métodos de tratamento (CARVALHO, 2017).

Além disso, é fundamental fortalecer a fiscalização e a aplicação das políticas de gestão de resíduos. Isso pode ser alcançado por meio do aumento dos recursos destinados às agências de fiscalização, da melhoria dos mecanismos de monitoramento e da promoção de campanhas de conscientização pública sobre a importância do descarte correto dos resíduos tóxicos (MIGALHAS, 2024; FGV, 2024).

Em última análise, os desafios enfrentados no gerenciamento de resíduos tóxicos no Brasil demandam ações imediatas e coordenadas de todos os setores da sociedade. Investimentos significativos em infraestrutura, capacitação técnica e fiscalização são urgentemente necessários para melhorar as práticas de gestão de resíduos e reduzir os impactos ambientais e de saúde pública.

associados (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2024).

Além disso, a promoção de uma cultura de responsabilidade ambiental e a conscientização pública sobre a importância do manejo adequado dos resíduos tóxicos são passos essenciais para enfrentar esses desafios de maneira eficaz e sustentável (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2024).

Para enfrentar esses desafios, o desenvolvimento e a aplicação de tecnologias avançadas e métodos eficazes de tratamento de resíduos tóxicos são cruciais. Essas tecnologias variam desde processos físicos e químicos até biotecnológicos, cada um adequado para tratar diferentes tipos de resíduos. A inovação contínua e a adaptação dessas tecnologias às condições locais são fundamentais para garantir que o tratamento dos resíduos seja eficiente e seguro, contribuindo para a minimização dos riscos ambientais e para a proteção da saúde pública.

## **2.6. Tecnologias e métodos de tratamento**

No gerenciamento de resíduos tóxicos, a seleção das tecnologias e métodos de tratamento adequados desempenha um papel crucial na minimização dos impactos ambientais e na proteção da saúde pública. Diversas abordagens têm sido desenvolvidas e aplicadas para lidar com a complexidade dos resíduos tóxicos, visando sua degradação, neutralização ou confinamento seguro (NOVA AMBIENTAL, 2024).

Um exemplo de tecnologia amplamente utilizada é a oxidação avançada, que envolve o uso de reagentes oxidantes para destruir contaminantes orgânicos nos resíduos. Essa técnica tem se mostrado eficaz na decomposição de compostos orgânicos persistentes, como hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAPs) e compostos orgânicos voláteis (COVs), encontrados em muitos resíduos industriais (SILVA et al., 2020).

Além disso, o tratamento térmico, que inclui processos como a pirólise e a gaseificação, tem sido explorado como uma forma de converter resíduos tóxicos em produtos úteis, como energia ou produtos químicos. Essa abordagem oferece uma alternativa para a disposição final de resíduos, reduzindo a dependência de aterros sanitários e contribuindo para a economia circular.

Outra estratégia importante é o sequestro de carbono, que visa capturar

e armazenar o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) gerado durante o tratamento de resíduos. O sequestro de carbono pode ser realizado por meio de técnicas como a captura e armazenamento de carbono (CAC), que envolve a captura do CO<sub>2</sub> antes de sua emissão para a atmosfera e seu armazenamento em formações geológicas profundas (SILVA et al., 2020).

É importante destacar que a escolha da tecnologia ou método de tratamento mais adequado depende de uma série de fatores, incluindo a natureza dos resíduos, a escala de produção, os requisitos regulatórios e as considerações econômicas.

Além disso, é essencial garantir que qualquer tecnologia ou método empregado seja ambientalmente sustentável e seguro para os trabalhadores e comunidades locais. Essas abordagens demonstram a diversidade de tecnologias e métodos disponíveis para o tratamento de resíduos tóxicos e destacam a importância da inovação contínua e da colaboração entre governos, indústrias e instituições acadêmicas na busca por soluções sustentáveis para esse desafio complexo.

Segundo Silva et al. (2020), essas tecnologias oferecem uma ampla gama de opções para o tratamento de resíduos tóxicos, contribuindo para a eficácia e a segurança dos processos de gerenciamento.

Os resíduos tóxicos representam uma séria ameaça ambiental e à saúde pública, incluindo substâncias químicas perigosas, metais pesados e produtos farmacêuticos. Esses resíduos podem contaminar solo, água e ar, prejudicando ecossistemas e causando problemas de saúde como câncer e doenças respiratórias.

No Brasil, a origem desses resíduos é diversa, incluindo processos industriais, atividades agrícolas e descarte inadequado de produtos químicos. A legislação brasileira, regulada pelo Ministério do Meio Ambiente e pela Anvisa, busca controlar rigorosamente o manejo desses resíduos, mas enfrenta desafios como falta de infraestrutura, capacitação técnica insuficiente e dificuldades na fiscalização.

Tecnologias avançadas, como oxidação avançada e tratamento térmico, são essenciais para minimizar os impactos negativos, mas sua implementação eficaz depende de uma abordagem integrada que envolva governos, indústrias e sociedade civil. De acordo com a pesquisa de Nascimento e Lima (2021), a

adoção de tecnologias inovadoras no tratamento de resíduos é fundamental para garantir a eficiência do gerenciamento e reduzir a toxicidade dos resíduos industriais. Essas práticas, quando alinhadas com políticas públicas e o engajamento da comunidade, podem resultar em soluções mais sustentáveis e seguras para o manejo de resíduos tóxicos.

No contexto dos resíduos tóxicos, a EcoMauá Engenharia Ambiental desenvolve um projeto que visa avaliar a origem, composição e impactos desses resíduos, além de analisar a efetividade das políticas e tecnologias de tratamento aplicadas. A empresa se compromete a utilizar metodologias inovadoras para garantir que seus processos não apenas atendam às exigências legais, mas também promovam soluções sustentáveis e seguras.

Com essa abordagem, a EcoMauá busca mitigar os efeitos negativos dos resíduos tóxicos no meio ambiente e na saúde pública, contribuindo para uma gestão responsável e integrada dos recursos naturais na região de Mauá.

### 3. O PROJETO

A empresa escolhida para este estudo de caso é a EcoMauá Engenharia Ambiental, localizada no município de Mauá, São Paulo. Fundada em 2005, a empresa foi criada para atender à crescente demanda por soluções em engenharia ambiental e ao gerenciamento adequado de resíduos industriais, num contexto de conscientização sobre a importância da sustentabilidade

Desde sua fundação, a EcoMauá Engenharia Ambiental se dedicou a desenvolver projetos inovadores e eficientes, promovendo a proteção ambiental e a saúde pública em diversas áreas, como o tratamento de efluentes, a destinação correta de resíduos perigosos e a consultoria em conformidade ambiental.

A empresa se destaca no setor por seu compromisso com a excelência e a sustentabilidade, enfrentando, no entanto, diversos desafios que refletem as complexidades do gerenciamento de resíduos tóxicos.

Um dos principais obstáculos é a falta de infraestrutura adequada para o tratamento e descarte dos resíduos, o que limita a capacidade de atender às demandas regulatórias e ambientais. Além disso, a EcoMauá Engenharia Ambiental precisa lidar com a complexidade das regulamentações ambientais, que exigem constante atualização e adequação das práticas de gestão de resíduos.

Outro desafio significativo é a necessidade de capacitação contínua de seus colaboradores, uma vez que a evolução dos resíduos gerados e a introdução de novas substâncias químicas exigem conhecimentos técnicos especializados.

A empresa também enfrenta a dificuldade de conscientização pública sobre a importância do descarte correto de resíduos e a adoção de práticas sustentáveis por parte de seus clientes e da comunidade em geral.

Para enfrentar esses desafios, a EcoMauá Engenharia Ambiental busca constantemente inovações tecnológicas e parcerias estratégicas, investindo em pesquisas que permitam melhorar suas práticas de gerenciamento. Além disso, a empresa tem se envolvido em iniciativas de educação e conscientização, visando não apenas a melhoria de suas operações, mas também a promoção de

uma cultura de responsabilidade ambiental.

A metodologia de pesquisa utilizada neste estudo incluiu a aplicação de um questionário a 110 colaboradores da empresa, com o intuito de coletar dados sobre as práticas atuais de gerenciamento de resíduos e as percepções em relação aos desafios enfrentados. Essa abordagem permitiu uma análise detalhada das condições e necessidades da EcoMauá Engenharia Ambiental, contribuindo para a identificação de soluções eficazes e sustentáveis para os desafios do setor.

#### 4. METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia de pesquisa adotada neste estudo segue uma abordagem mista, combinando elementos qualitativos e quantitativos para investigar o problema do descarte de resíduos tóxicos na EcoMauá Engenharia Ambiental.

Essa abordagem permite uma compreensão abrangente dos desafios enfrentados pela empresa em relação ao gerenciamento de resíduos, considerando tanto os aspectos técnicos e regulatórios quanto as percepções dos colaboradores. Ao integrar essas diferentes perspectivas, a pesquisa busca oferecer insights valiosos que ajudem a EcoMauá a desenvolver soluções mais eficazes e sustentáveis para o tratamento de resíduos tóxicos.

Inicialmente, foi realizada uma revisão da literatura abrangente, examinando estudos anteriores, pesquisas acadêmicas e documentos governamentais relacionados ao tema. Esta revisão proporcionou uma compreensão aprofundada do contexto da EcoMauá Engenharia Ambiental, identificando políticas, práticas e desafios existentes no gerenciamento de resíduos tóxicos na empresa.

Essa análise foi contextualizada com a literatura existente para identificar desafios, lacunas na legislação e propor soluções inovadoras para melhorar a coleta, transporte e descarte de resíduos tóxicos.

Além da revisão da literatura, foram coletados dados quantitativos por meio de fontes secundárias, como relatórios de órgãos governamentais e instituições de pesquisa.

Esta pesquisa é classificada como descritiva, uma vez que busca entender e descrever os desafios enfrentados pela empresa em relação ao gerenciamento de resíduos, considerando tanto os aspectos técnicos e regulatórios quanto as percepções dos colaboradores. O procedimento utilizado trata-se de um estudo de caso, focado especificamente na realidade da EcoMauá Engenharia Ambiental.

Foram analisados dados estatísticos relacionados à geração, transporte, tratamento e disposição final de resíduos tóxicos no município, permitindo uma avaliação quantitativa dos padrões e tendências observados. Esta análise quantitativa será complementada por técnicas de análise de conteúdo

qualitativa, visando identificar temas, padrões e lacunas no conhecimento existente sobre o tema.

A análise integrada dos dados quantitativos e qualitativos permitiu uma compreensão mais completa e contextualizada do problema do descarte de resíduos tóxicos em Mauá. Esta abordagem metodológica visou fornecer *insights* relevantes para o desenvolvimento de políticas, estratégias e práticas mais eficazes de gestão de resíduos tóxicos no município e para a empresa EcoMauá, contribuindo para a promoção da saúde pública e a preservação do meio ambiente local.

#### **4.1. Definição e o tipo da pesquisa**

Este estudo adotou uma abordagem mista de pesquisa, combinando elementos qualitativos e quantitativos para investigar o problema do descarte de resíduos tóxicos. Os procedimentos técnicos adotados nesta pesquisa incluíram a revisão da literatura, análise de documentos governamentais e relatórios técnicos. A análise de dados foi realizada por meio de técnicas de análise qualitativa, com ênfase na identificação de padrões, tendências e lacunas no conhecimento existente. Esses procedimentos visam fornecer uma compreensão abrangente e aprofundada do problema do descarte de resíduos tóxicos no contexto brasileiro, contribuindo para o desenvolvimento de políticas e práticas mais eficazes de gestão ambiental.

## 5. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Após uma análise minuciosa sobre o gerenciamento de resíduos tóxicos da Empresa EcoMauá, tornou-se evidente a importância crucial da colaboração entre diversos atores locais, englobando não apenas os governos municipais, mas também as indústrias locais, instituições de pesquisa e a própria comunidade.

Essa sinergia entre os diversos setores da sociedade torna-se imperativa para a consecução de soluções integradas e sustentáveis para o desafio particular enfrentado pela cidade. Aprofundando-se na compreensão dos desafios e das oportunidades específicas relacionadas ao gerenciamento de resíduos tóxicos em Mauá, este estudo surge como uma ferramenta fundamental, capaz de guiar o desenvolvimento de políticas e práticas mais eficazes. Dessa forma, pretende-se assegurar a proteção do meio ambiente e da saúde pública na região, promovendo um ambiente mais seguro e saudável para todos os cidadãos mauaenses.

Após a implementação da metodologia de pesquisa e a coleta de dados, a análise dos resultados revelou uma série de aspectos cruciais para o gerenciamento eficaz dos resíduos tóxicos que a EcoMauá Engenharia Ambiental pode implementar no município de Mauá.

Observou-se que a falta de infraestrutura adequada é um desafio significativo, limitando a capacidade de lidar adequadamente com a caracterização, classificação, tratamento e disposição final segura desses resíduos. A ausência de capacitação técnica adequada entre os profissionais envolvidos também foi identificada como uma questão premente, afetando diretamente a eficácia das práticas de gestão.

Além disso, foi evidenciada a carência na implementação e fiscalização das políticas relacionadas ao gerenciamento de resíduos tóxicos em nível local, o que amplifica os desafios enfrentados pela cidade. Esses resultados ressaltam a necessidade urgente de investimentos em infraestrutura, capacitação profissional e fortalecimento das políticas ambientais locais para enfrentar eficazmente o problema.

Por outro lado, a análise dos dados também revelou oportunidades promissoras para melhorias. A colaboração entre diferentes atores locais,

incluindo governos municipais, indústrias, instituições de pesquisa e a comunidade, emergiu como um ponto crucial para a busca de soluções integradas e sustentáveis.

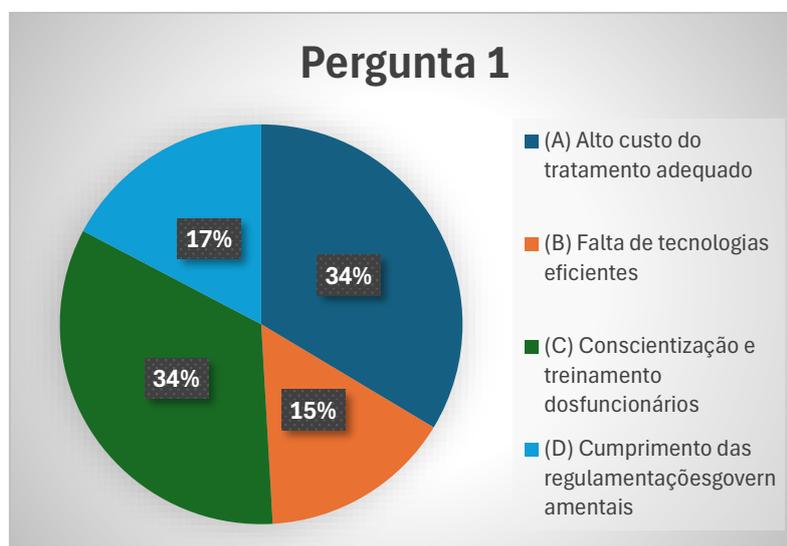
Essa cooperação pode potencializar os esforços para o desenvolvimento e implementação de políticas e práticas mais eficazes de gerenciamento de resíduos tóxicos em Mauá, contribuindo para a proteção do meio ambiente e da saúde pública na região.

O seguinte questionário foi realizado entre os dias 01 de setembro de 2024 ao dia 08 de setembro de 2024 com colaboradores da empresa que é o objeto de estudo e obtivemos 110 respostas.

**Pergunta 1** - Na sua opinião qual é o maior desafio enfrentado pela sua empresa no gerenciamento de resíduos tóxicos?

- (A) Alto custo do tratamento adequado (37)
- (B) Falta de tecnologias eficientes (17)
- (C) Conscientização e treinamento dos funcionários (37)
- (D) Cumprimento das regulamentações governamentais (19).

**Gráfico 1 – Pergunta 1**



**Fonte:** Os próprios autores, 2024.

Com base nas repostas, é possível observar que os dois maiores desafios identificados são o "Alto custo do tratamento adequado" e a "Conscientização e treinamento dos funcionários", ambos com 37 respostas, o que representa 34% das respostas cada. Juntos, esses fatores somam 68%, indicando que a maioria

das empresas enfrenta dificuldades significativas tanto em relação aos custos quanto à capacitação dos funcionários no manejo correto de resíduos tóxicos.

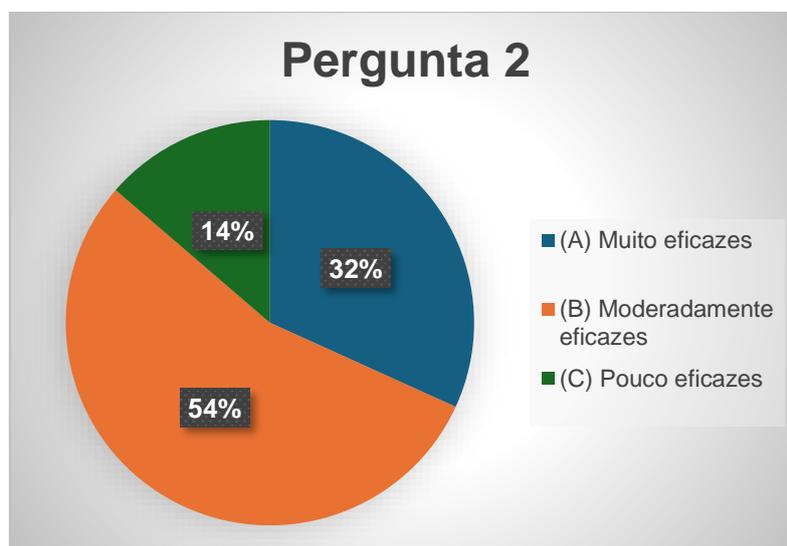
A alternativa "Cumprimento das regulamentações governamentais" recebeu 19 respostas, representando 17% do total, sugerindo que seguir normas rígidas e complexas também é um desafio. Já a "Falta de tecnologias eficientes", com 17 respostas (15%), aponta que a tecnologia, embora importante, não é vista como o maior obstáculo. Isso indica que as empresas têm acesso a tecnologias, mas enfrentam mais barreiras no financiamento e no treinamento dos colaboradores.

Esses dados sugerem a necessidade de medidas para reduzir custos, aumentar o investimento em treinamento e desenvolver soluções que facilitem o cumprimento das regulamentações.

**Pergunta 2** - Como você avalia a eficácia das políticas internas da sua empresa para a gestão de resíduos tóxicos?

- (A) Muito eficazes (35)
- (B) Moderadamente eficazes (60)
- (C) Pouco eficazes (15)

**Gráfico 2 – Pergunta 2**



**Fonte:** Os próprios autores, 2024.

A análise da segunda pergunta revelou como os colaboradores avaliam a eficácia das políticas internas de suas empresas no gerenciamento de resíduos tóxicos. A maioria, 60 respostas (54%), considera as políticas "Moderadamente

eficazes", indicando que, embora haja medidas implementadas, elas podem não ser totalmente suficientes ou ainda precisam de melhorias.

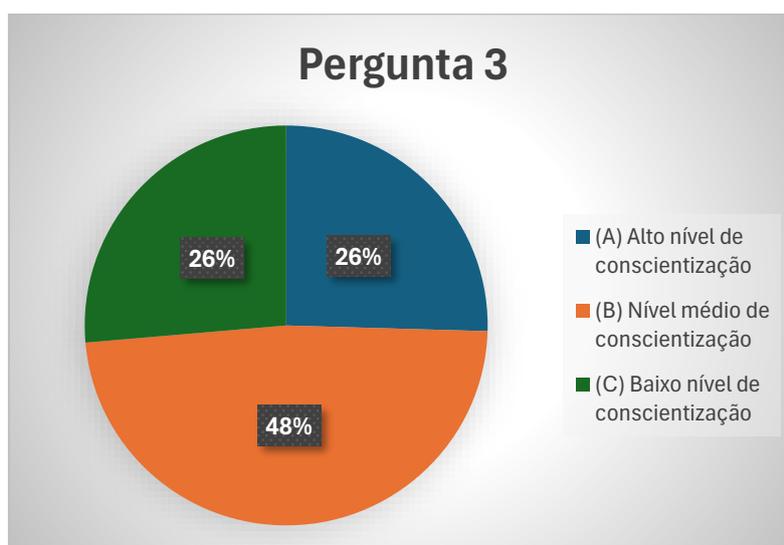
Quanto a alternativa "Muito Eficazes" 35 pessoas, representando 32% dos respondentes, sugeriram que uma parcela considerável acredita que as políticas da empresa são robustas e funcionam adequadamente. Por outro lado, 15 respostas (14%) apontarem que as políticas são "Pouco eficazes", o que destaca uma preocupação em relação à falta de eficiência nas práticas adotadas por algumas empresas.

Esses dados indicam que, embora as empresas tenham políticas estabelecidas para o gerenciamento de resíduos tóxicos, há espaço para aprimoramento, especialmente no que diz respeito a tornar essas políticas mais eficazes e consistentes.

**Pergunta 3** - Como você avalia o nível de conscientização dos funcionários da sua empresa em relação ao descarte adequado de resíduos tóxicos?

- (A) Alto nível de conscientização (28)
- (B) Nível médio de conscientização (53)
- (C) Baixo nível de conscientização (29)

**Gráfico 3 – Pergunta 3**



**Fonte:** Os próprios autores, 2024.

A análise da terceira pergunta mostrou a percepção dos colaboradores sobre o nível de conscientização dos funcionários em relação ao descarte

adequado de resíduos tóxicos. A maioria, com 53 respostas (48%), sugere que o nível de conscientização é "Médio", indicando que, embora os funcionários tenham algum conhecimento sobre o descarte correto, ainda há espaço para melhorias na sensibilização e treinamento.

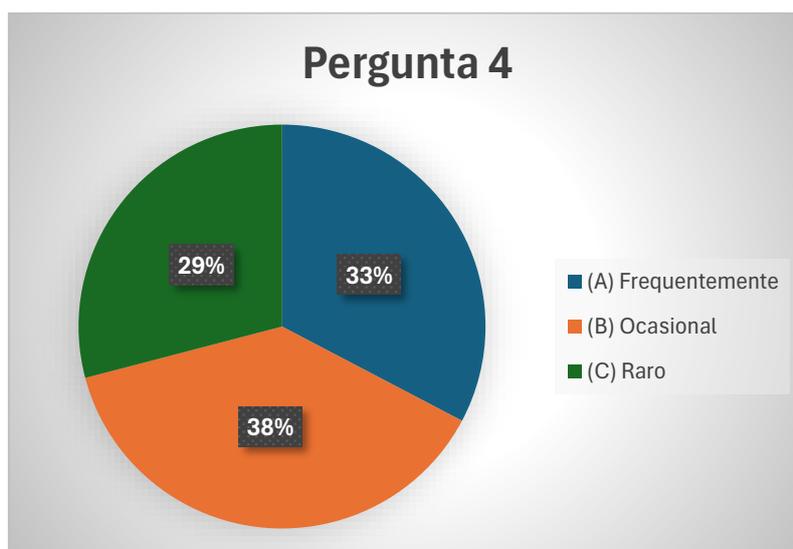
A alternativa "Baixo nível de conscientização" apontou que 29 respondentes, representando 26%, o que destacou que uma parcela significativa vê uma falha nas iniciativas de conscientização dentro das empresas. Já 28 respostas (26%) indicam um "Alto nível de conscientização", o que demonstra que, em algumas empresas, os funcionários estão bem-informados e preparados para lidar com o descarte de resíduos tóxicos.

Esses dados sugerem que, embora haja um esforço na conscientização, as empresas podem precisar reforçar suas campanhas de treinamento e educação para garantir um entendimento mais profundo e abrangente sobre o descarte adequado de resíduos tóxicos.

**Pergunta 4** - Como você avalia a frequência com que os treinamentos sobre resíduos tóxicos são realizados na sua empresa?

- (A) Frequentemente (36)
- (B) Ocasional (42)
- (C) Raro (32)

**Gráfico 4 – Pergunta 4**



**Fonte:** Os próprios autores, 2024.

A análise da quarta pergunta revelou como os colaboradores avaliaram a frequência dos treinamentos sobre resíduos tóxicos em suas empresas. A maioria, com 42 respostas (38%), considerou que os treinamentos são realizados de forma "Ocasional", o que sugere que, embora existam, esses treinamentos não ocorrem com a regularidade ideal.

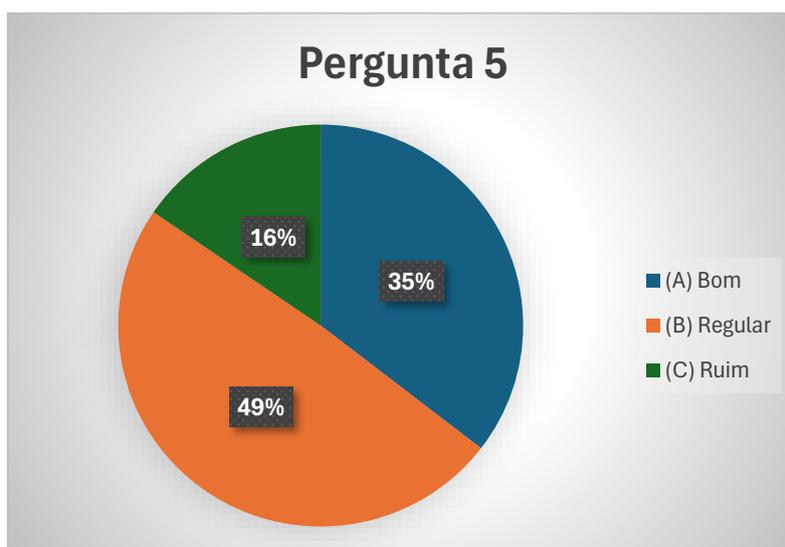
A alternativa "Frequentemente" foi escolhida por 36 respondentes (33%), o que indicou que uma parte significativa das empresas mantém uma boa frequência em seus treinamentos. Por outro lado, 32 respostas (29%) classificam a frequência dos treinamentos como "Raro", destacando que, em algumas empresas, a capacitação sobre o manejo de resíduos tóxicos é insuficiente.

Esses dados sugerem que, embora uma parte das empresas ofereça treinamentos de maneira adequada, ainda há uma grande necessidade de aumentar a regularidade dessas capacitações, especialmente nas empresas onde os treinamentos são esporádicos ou raros.

**Pergunta 5** - Como você avalia a qualidade dos treinamentos oferecidos pela sua empresa sobre o manuseio de resíduos tóxicos?

- (A) Bom (39)
- (B) Regular (54)
- (C) Ruim (17)

**Gráfico 5 – Pergunta 5**



**Fonte:** Os próprios autores, 2024.

A análise da quinta pergunta mostra como os colaboradores avaliaram a

qualidade dos treinamentos sobre o manuseio de resíduos tóxicos oferecidos por suas empresas. A maioria, com 54 respostas (49%), considera a qualidade dos treinamentos "Regular", sugerindo que, embora os treinamentos sejam funcionais, eles podem carecer de profundidade ou de melhorias em certos aspectos.

A alternativa "Bom" foi escolhida por 39 respondentes (35%), indicando que uma parte significativa avaliou positivamente os treinamentos, acreditando que eles são eficazes e bem conduzidos. No entanto, 17 respostas (16%) classificou os treinamentos como "Ruins", o que revela que, em algumas empresas, há uma percepção de que a capacitação oferecida é inadequada ou insatisfatória.

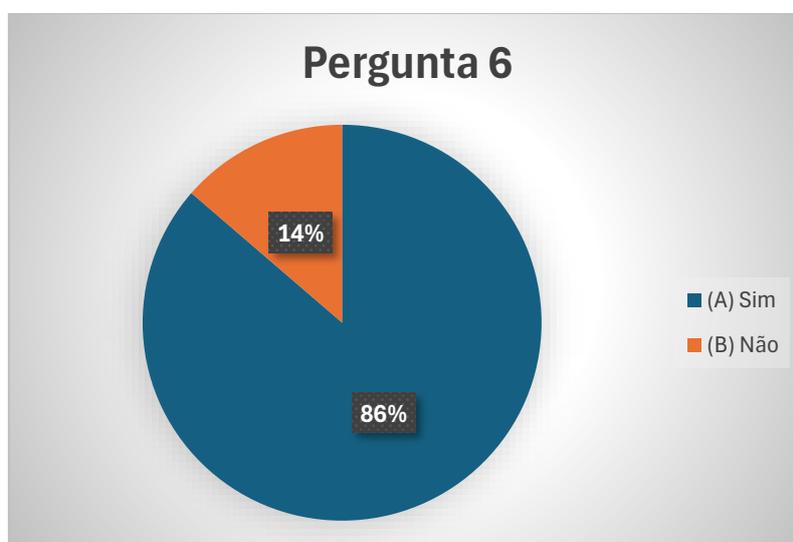
Esses dados indicaram que, embora a maioria dos colaboradores considere os treinamentos aceitáveis, existe uma demanda por melhorias na qualidade, especialmente nas empresas onde os treinamentos são vistos como insuficientes para atender às necessidades do manuseio correto de resíduos tóxicos.

**Pergunta 6** - Você acredita que a implementação de tecnologias avançadas, como incineração controlada e tratamento biológico, pode reduzir significativamente a toxicidade dos resíduos tóxicos na sua empresa?

(A) Sim (95)

(B) Não (15)

**Gráfico 6 – Pergunta 6**



**Fonte:** Os próprios autores, 2024.

A análise da sexta pergunta revelou uma percepção amplamente positiva em relação à implementação de tecnologias avançadas no tratamento de resíduos tóxicos. A grande maioria, com 95 respostas (86%), sugeriu que essas tecnologias, como incineração controlada e tratamento biológico, podem reduzir significativamente a toxicidade dos resíduos em suas empresas. Isso demonstra uma forte confiança nos avanços tecnológicos como soluções eficazes para o problema dos resíduos tóxicos.

Por outro lado, 15 respostas (14%) acreditam que essas tecnologias não teriam um impacto significativo, sugerindo que, para uma pequena parcela, outros fatores podem ser vistos como mais críticos para a redução da toxicidade, como políticas internas, treinamento ou práticas de gestão.

Esses dados indicaram que, de maneira geral, as empresas veem a adoção de novas tecnologias como uma estratégia promissora para melhorar o gerenciamento e o descarte de resíduos tóxicos, embora ainda haja algum ceticismo a ser abordado.

**Pergunta 7** - Você acha que a introdução de incentivos econômicos, como taxas reduzidas de descarte ou créditos fiscais, poderia motivar sua empresa a adotar práticas mais sustentáveis?

(A) Sim (105)

(B) Não (5)

**Gráfico 7 – Pergunta 7**



**Fonte:** Os próprios autores, 2024.

A análise da sétima pergunta mostrou um consenso quase unânime sobre o impacto positivo que incentivos econômicos poderiam ter na adoção de práticas mais sustentáveis. Com 105 respostas (95%), a maioria acredita que a introdução de incentivos, como taxas reduzidas de descarte ou créditos fiscais, motivaria suas empresas a adotarem práticas mais responsáveis e sustentáveis no gerenciamento de resíduos tóxicos.

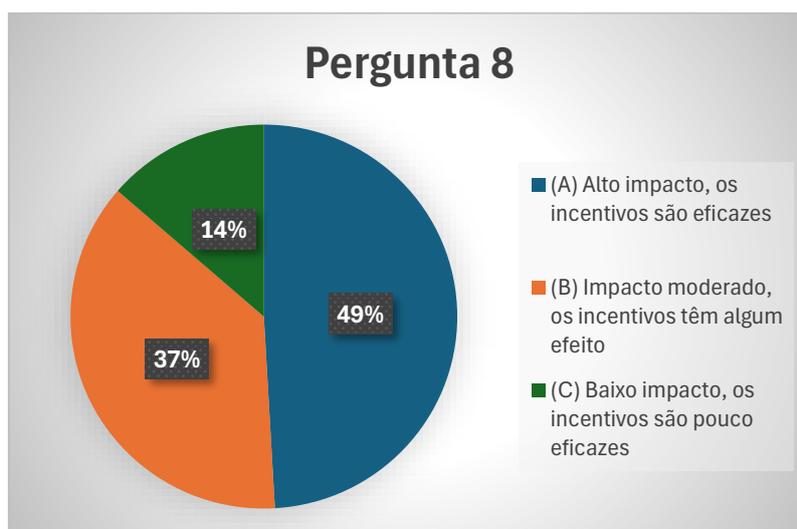
Apenas 5 respondentes (5%) consideram que esses incentivos não teriam um efeito significativo, sugerindo que, para essa pequena parcela, outros fatores além dos incentivos econômicos podem ser mais relevantes para a mudança de práticas, como políticas internas ou a conscientização ambiental.

Esses dados indicam que incentivos econômicos são amplamente vistos como uma estratégia eficaz para promover práticas mais sustentáveis, reforçando a importância de políticas públicas que favoreçam o setor empresarial nesse aspecto.

**Pergunta 8** - Como você avalia o impacto dos incentivos econômicos na adoção de práticas sustentáveis de gestão de resíduos na sua empresa?

- (A) Alto impacto, os incentivos são eficazes (54)
- (B) Impacto moderado, os incentivos têm algum efeito (41)
- (C) Baixo impacto, os incentivos são pouco eficazes (15)

**Gráfico 8 – Pergunta8**



**Fonte:** Os próprios autores, 2024.

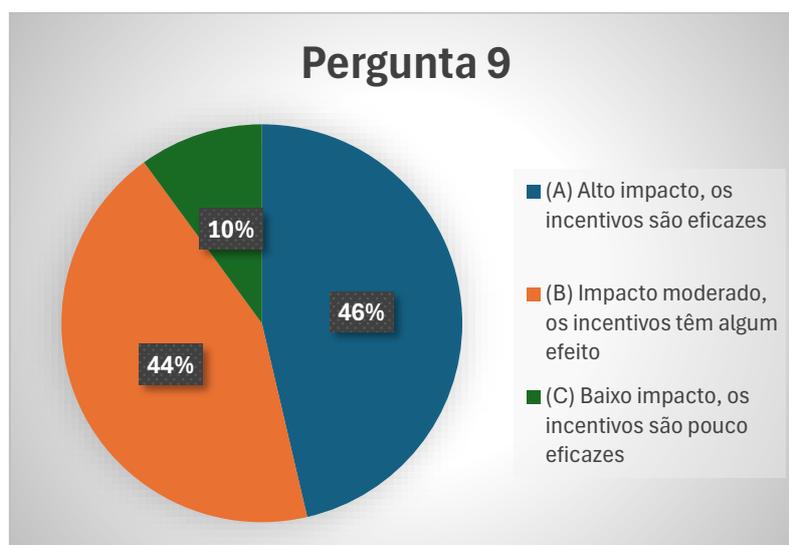
A análise da oitava pergunta revelou a percepção dos colaboradores sobre o impacto dos incentivos econômicos na adoção de práticas sustentáveis de gestão de resíduos em suas empresas. A maioria, com 54 respostas (49%), considerou que os incentivos têm "Alto impacto" e são eficazes, indicando que políticas como reduções de taxas e créditos fiscais são vistas como ferramentas importantes para promover mudanças significativas nas práticas empresariais.

A alternativa "Impacto moderado" representada por 41 respondentes (37%), sugere que, embora os incentivos tenham algum efeito, eles não são o único fator determinante para a adoção de práticas mais sustentáveis. Já 15 respostas (14%) avaliaram os incentivos como tendo "Baixo impacto", o que aponta que, em algumas empresas, esses benefícios financeiros são vistos como insuficientes para impulsionar mudanças consideráveis no gerenciamento de resíduos.

Esses dados sugerem que, embora os incentivos econômicos sejam, em geral, uma estratégia eficaz, há uma variação na percepção de sua efetividade, o que pode indicar a necessidade de ajustes ou complementação com outras políticas para maximizar seu impacto nas empresas.

**Pergunta 9** - Como você avalia o impacto das tecnologias de tratamento avançadas implementadas pela sua empresa na redução dos impactos ambientais negativos?

- (A) Alto impacto, os incentivos são eficazes (51)
- (B) Impacto moderado, os incentivos têm algum efeito (48)
- (C) Baixo impacto, os incentivos são pouco eficazes (11)

**Gráfico 9 – Pergunta 9**

**Fonte:** Os próprios autores, 2024.

A análise da nona pergunta revelou como os colaboradores percebem o impacto das tecnologias de tratamento avançadas na redução dos impactos ambientais negativos. A maioria, com 51 respostas (46%), considera que essas tecnologias têm um "Alto impacto", indicando que as tecnologias avançadas implementadas pela empresa são vistas como eficazes na mitigação dos danos ambientais associados aos resíduos tóxicos.

A alternativa "Impacto moderado" apontada por 48 respondentes (44%), sugerindo que, embora as tecnologias avancem, o impacto total ainda é considerado limitado e que há espaço para melhorias ou complementos. Por outro lado, 11 respostas (10%) avaliaram que o impacto é "Baixo", apontando que, para uma pequena parcela, as tecnologias aplicadas não são suficientes para reduzir significativamente os impactos ambientais.

Esses dados indicam que as tecnologias avançadas têm um papel importante na gestão ambiental, mas que seu impacto pode variar. Isso sugere a necessidade de continuar investindo em inovação e aperfeiçoamento das tecnologias para maximizar seus benefícios ambientais.

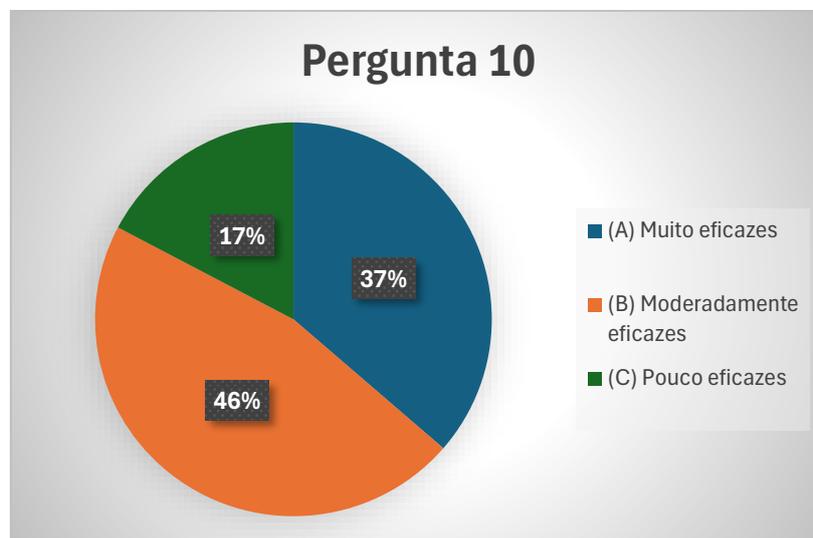
**Pergunta 10** - Como você avalia a eficácia geral das estratégias e práticas de gerenciamento de resíduos tóxicos na sua empresa, considerando tecnologias, treinamento, incentivos, políticas e pesquisa?

(A) Muito eficazes (40)

(B) Moderadamente eficazes (51)

(C) Pouco eficazes (19)

**Gráfico 10 – Pergunta 10**



**Fonte:** Os próprios autores, 2024.

A análise da décima pergunta mostrou como os colaboradores avaliam a eficácia geral das estratégias e práticas de gerenciamento de resíduos tóxicos em suas empresas, considerando diversos aspectos como tecnologias, treinamento, incentivos, políticas e pesquisa. A maioria, com 51 respostas (46%), considera essas estratégias "Moderadamente eficazes", sugerindo que, embora existam medidas em vigor, ainda há oportunidades para aprimorar a eficácia geral das práticas adotadas.

A alternativa "Muito eficazes" apontada por 40 respondentes (37%), indicando que uma parte significativa vê as estratégias como bem-sucedidas e eficazes em abordar o gerenciamento de resíduos tóxicos. Por outro lado, 19 respostas (17%) avaliaram as práticas como "Pouco eficazes", o que aponta que uma parcela considerável acredita que as estratégias e práticas implementadas não estão atingindo os resultados esperados.

Esses dados sugerem que, enquanto há reconhecimento de esforços e sucessos nas práticas de gerenciamento de resíduos, há também uma percepção generalizada de que melhorias são necessárias para alcançar uma eficácia plena. Isso destaca a importância de revisar e fortalecer as estratégias existentes para melhorar os resultados e a gestão geral dos resíduos tóxicos.

Os resultados do questionário destacam uma visão ampla e multifacetada sobre o gerenciamento de resíduos tóxicos.

Enquanto as empresas demonstram um comprometimento significativo com a implementação de tecnologias avançadas e reconhecem o potencial dos incentivos econômicos, as análises revelam áreas críticas que precisam de atenção. Reduzir os custos associados ao tratamento de resíduos e melhorar a capacitação dos funcionários são prioridades evidentes. Além disso, a frequência e a qualidade dos treinamentos devem ser aprimoradas para garantir um manejo eficaz.

Em suma, as empresas devem considerar uma abordagem integrada que combine o fortalecimento das políticas internas, o aprimoramento das práticas de treinamento, e a exploração de novas tecnologias e incentivos. A colaboração com órgãos reguladores e a continuidade da pesquisa e inovação serão fundamentais para enfrentar os desafios e alcançar um gerenciamento mais eficaz e sustentável dos resíduos tóxicos.

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O gerenciamento sustentável de resíduos químicos industriais tóxicos em uma empresa de engenharia ambiental no município de Mauá enfrenta desafios complexos que envolvem a proteção do meio ambiente, o cumprimento das regulamentações e a garantia da saúde pública. As hipóteses discutidas neste estudo indicam que a solução para esses desafios exige uma abordagem diversificada.

Em primeiro lugar, as tecnologias de tratamento avançadas, como a incineração controlada e o tratamento biológico, são alternativas viáveis para a mitigação da toxicidade dos resíduos.

No entanto, a implementação dessas soluções depende de altos investimentos iniciais e da disponibilidade de infraestrutura técnica especializada. Para que essas tecnologias sejam amplamente adotadas, é crucial que as empresas, em colaboração com o poder público, invistam em pesquisa e inovação para reduzir os custos operacionais e otimizar sua eficiência.

Nesse contexto, a conscientização e a educação ambiental também são elementos essenciais para o sucesso no manejo de resíduos. A sensibilização da comunidade e a capacitação dos trabalhadores quanto às práticas corretas de descarte de resíduos tóxicos podem contribuir significativamente para a redução dos impactos ambientais.

Apesar de esta hipótese não ter sido completamente comprovada devido ao tempo limitado do estudo, acredita-se que campanhas educativas direcionadas à população e aos funcionários de indústrias podem promover mudanças de comportamento importantes, minimizando os riscos associados ao descarte inadequado.

Além disso, a criação de incentivos econômicos, como a aplicação de taxas sobre o descarte de resíduos e a concessão de créditos fiscais para empresas que adotem práticas sustentáveis, pode ser uma estratégia eficaz para estimular a conformidade com as regulamentações ambientais. No entanto, essa medida deve ser acompanhada de políticas públicas claras e de uma fiscalização rigorosa para garantir que as indústrias não apenas cumpram as normas, mas também sejam incentivadas a adotar soluções inovadoras e ambientalmente

responsáveis.

Sendo assim, a gestão integrada de resíduos, que aborda toda a cadeia produtiva, desde a geração até a disposição final, é uma prática essencial para garantir que o volume de resíduos tóxicos seja minimizado e adequadamente tratado. No entanto, embora essa hipótese apresente um potencial significativo, é necessário um estudo mais aprofundado sobre sua aplicabilidade e eficácia no contexto específico de Mauá, onde as características industriais podem demandar soluções customizadas.

Por fim, é imprescindível fomentar a pesquisa e o desenvolvimento de alternativas sustentáveis para produtos químicos perigosos. A substituição gradual dessas substâncias por compostos menos nocivos representa um passo fundamental para a transição para uma economia mais sustentável e de baixo carbono. Para isso, o apoio à inovação deve ser constante, com incentivos direcionados a novas tecnologias que ofereçam menor impacto ambiental.

Em suma, a solução para os desafios relacionados ao gerenciamento sustentável de resíduos químicos industriais tóxicos na empresa EcoMauá Engenharia Ambiental e no município de Mauá requer uma combinação de investimentos em tecnologias de tratamento, programas de educação ambiental, incentivos econômicos, políticas públicas integradas e, sobretudo, um forte compromisso com a pesquisa e a inovação.

Por fim, essas medidas, quando coordenadas de forma eficaz, podem não apenas mitigar os impactos ambientais, mas também promover um ambiente de negócios mais sustentável e seguro, beneficiando a saúde pública e o meio ambiente local.

## REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas**, 2017.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde**. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/servicosdesaude/gerenciamento-de-residuos>>. Acesso em: 19 de maio de 2024.

\_\_\_\_\_. Resolução RDC nº 222, de 28 de março de 2018.

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020/2021**.

BRASIL, Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: seção 1, Brasília, DF, 3 ago. 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Política Nacional de Saúde Ambiental**. Brasília: Ministério da Saúde, 2010.

\_\_\_\_\_. **Resíduos tóxicos: riscos à saúde pública**. Brasília: Ministério da Saúde, 2024. Disponível em: <[https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/res0306\\_07\\_12\\_2004.html](https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/res0306_07_12_2004.html)>. Acesso em: 20 de maio de 2024.

CARVALHO, H. M. P. de. **Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos: Manual para Tomada de Decisão**, 2017.

CARVALHO, L. M. et al. **Caracterização e Classificação dos Resíduos Tóxicos Gerados em Diferentes Setores Industriais no Brasil**, 2020.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Resíduos Tóxicos e Impactos no Solo e na Água**, 2017.

FGV. **A importância da conscientização e fiscalização na gestão de resíduos perigosos**. 2024. Disponível em: <<https://www.fgv.br/>>. Acesso em: 25 de maio de 2024.

FIOCRUZ - Fundação Oswaldo Cruz. **Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde**. Disponível em: <<https://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/virtual%20tour/hipertextos/up1/gerenciamento-residuos-servico-saude.htm>>. Acesso em: 19 de maio de 2024.

\_\_\_\_\_. **Relatório sobre o Impacto dos Resíduos Tóxicos na Saúde e no Meio Ambiente**. Disponível em: <[https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/cap\\_01\\_veneno\\_ou\\_remedio.pdf](https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/cap_01_veneno_ou_remedio.pdf)>. Acesso em: 19 de maio de 2024.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico Ambiental sobre a Contaminação do Solo e Recursos Hídricos por Resíduos Tóxicos**

no **Brasil**, 2018. Disponível em: <[https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=31713](https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=31713)>. Acesso em: 19 de maio de 2024.

LIMA, R. S. et al. **Impactos Ambientais do Descarte de Resíduos Tóxicos: Uma Revisão da Literatura Brasileira**, 2019.

MIGALHAS. **Desafios e soluções na fiscalização de resíduos tóxicos no Brasil**. 2024. Disponível em: <<https://www.migalhas.com.br/>>. Acesso em: 25 de maio de 2024.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Resíduos tóxicos e seus impactos na saúde pública**. Brasília: Ministério da Saúde, 2024.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Gestão de Resíduos Sólidos e Contaminação Ambiental no Brasil**, 2020.

\_\_\_\_\_. **Legislação Ambiental**. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/legislacao-mma.html>>. Acesso em: 19 de maio de 2024.

\_\_\_\_\_. **Normas de manejo de resíduos perigosos**, 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 19 de maio de 2024.

\_\_\_\_\_. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**, 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/>>. Acesso em: 19 de maio de 2024.

NASCIMENTO, D. S.; LIMA, V. S. **Tecnologias para o gerenciamento de resíduos sólidos: um enfoque nas inovações e práticas sustentáveis**. Revista Brasileira de Gestão Ambiental, 17(1), 1-15, 2021.

NOVA AMBIENTAL. **Coprocessamento: Solução Sustentável para Tratamento de Resíduos Industriais**. 2024. Disponível em: <[www.novaambiental.com.br](http://www.novaambiental.com.br)>. Acesso em: 30 de maio de 2024.

OLIVEIRA, A. F. **Capacitação no manejo de resíduos tóxicos: desafios e práticas adequadas**. Jornal Brasileiro de Gestão Ambiental, v. 8, n. 3, p. 45-59, 2021.

SILVA, A. L., SOUZA, J. R., & FERNANDES, M. B. **Tecnologias Avançadas para o Tratamento de Resíduos Tóxicos: Avanços e Desafios**. Journal of Hazardous Materials Management, 2020.

SILVA, J. A. et al. **Tecnologias de Tratamento de Resíduos Tóxicos: Uma Revisão Abrangente**, 2020.

SOUZA, F. S. et al. **Desafios no Gerenciamento de Resíduos Tóxicos: Uma Análise da Realidade Brasileira**, 2021.

## **APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO**

Este apêndice apresenta os resultados de um questionário aplicado de 1 a 8 de setembro de 2024, respondido por 110 pessoas, incluindo colaboradores da empresa de engenharia ambiental. O objetivo foi coletar informações sobre o gerenciamento de resíduos químicos industriais tóxicos em Mauá, contribuindo para a identificação de desafios e oportunidades para práticas mais sustentáveis.

### **1 - Na sua opinião qual é o maior desafio enfrentado pela sua empresa no gerenciamento de resíduos tóxicos?**

- (37) Alto custo do tratamento adequado.
- (17) Falta de tecnologias eficientes.
- (37) Conscientização e treinamento dos funcionários.
- (19) Cumprimento das regulamentações governamentais.

### **2 - Como você avalia a eficácia das políticas internas da sua empresa para a gestão de resíduos tóxicos?**

- (35) Muito eficazes.
- (60) Moderadamente eficazes.
- (15) Pouco eficazes.

### **3 - Como você avalia o nível de conscientização dos funcionários da sua empresa em relação ao descarte adequado de resíduos tóxicos?**

- (28) Alto nível de conscientização.
- (53) Nível médio de conscientização.
- (29) Baixo nível de conscientização.

### **4 - Como você avalia a frequência com que os treinamentos sobre resíduos tóxicos são realizados na sua empresa?**

- (36) Frequentemente.
- (42) Ocasional.
- (32) Raro.

**5 - Como você avalia a qualidade dos treinamentos oferecidos pela sua empresa sobre o manuseio de resíduos tóxicos?**

(39) Bom.

(54) Regular.

(17) Ruim.

**6 - Você acredita que a implementação de tecnologias avançadas, como incineração controlada e tratamento biológico, pode reduzir significativamente a toxicidade dos resíduos tóxicos na sua empresa?**

(95) Sim.

(15) Não.

**7 - Você acha que a introdução de incentivos econômicos, como taxas reduzidas de descarte ou créditos fiscais, poderia motivar sua empresa a adotar práticas mais sustentáveis?**

(105) Sim.

(5) Não.

**8 - Como você avalia o impacto dos incentivos econômicos na adoção de práticas sustentáveis de gestão de resíduos na sua empresa?**

(54) Alto impacto, os incentivos são eficazes.

(41) Impacto moderado, os incentivos têm algum efeito.

(15) Baixo impacto, os incentivos são pouco eficazes.

**9 - Como você avalia o impacto das tecnologias de tratamento avançadas implementadas pela sua empresa na redução dos impactos ambientais negativos?**

(51) Alto impacto, os incentivos são eficazes.

(48) Impacto moderado, os incentivos têm algum efeito.

(11) Baixo impacto, os incentivos são pouco eficazes.

**10 - Como você avalia a eficácia geral das estratégias e práticas de gerenciamento de resíduos tóxicos na sua empresa, considerando tecnologias, treinamento, incentivos, políticas e pesquisa?**

(40) Muito eficazes.

(51) Moderadamente eficazes.

(19) Pouco eficazes.