



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
UNIDADE ACADÊMICA CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA



BÁRBARA DIAS SILVA

**ESTUDO DE CASO SOBRE O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS EM UMA  
INDÚSTRIA DE TANQUES E PIAS LOCALIZADA EM JEQUIÉ-BA.**

Maceió  
2021

BÁRBARA DIAS SILVA

ESTUDO DE CASO SOBRE O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS EM UMA  
INDÚSTRIA DE TANQUES E PIAS LOCALIZADA EM JEQUIÉ-BA.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Química da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Livia Maria de Oliveira Ribeiro

Maceió

2021

**Catálogo na Fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

S586e Silva, Bárbara Dias.

Estudo de caso sobre o gerenciamento de resíduos em uma indústria de tanques e pias localizada em Jequié-BA / Bárbara Dias Silva. – 2021.

41 f. il. : figs. ; tabs. color.

Orientadora: Lívia Maria de Oliveira Ribeiro.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Química).  
Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2021.

Bibliografia: f. 40-41.

1. Resíduos sólidos - Gerenciamento. 2. Resíduos industriais. 3. Impactos ambientais. 4. Indústria química. I. Título.

CDU: 628.472.3

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter conseguido enfrentar as dificuldades ao longo da graduação longe da minha família e ter tido forças pra chegar ao fim de mais uma etapa.

Aos meus pais, Márcia Dias e Edson Silva, por acreditarem em mim e me incentivar em todos os momentos. Em especial a minha mãe, por ser meu maior exemplo de força e honestidade, que nunca desistiu de mim e se fez presente mesmo com toda a distância entre Bahia e Alagoas. Minha irmã, Liz Gabrielle, por ser minha maior fonte de amor e orgulho, essa realização é nossa.

Aos meus avós, Dionísio e Edileusa, por construírem essa família unida e cheia de amor. Obrigada por todas as orações e dedicação aos filhos e netos. Aos meus tios, que sempre se preocuparam e me deram forças pra chegar até aqui.

À Adriana, Cleiton, Laíz, Lorena e Ives (in memoriam) por serem meus melhores amigos e me apoiarem mesmo distantes. Obrigada Bárbara Carvalho, minha B1, por ter dividido comigo os melhores e piores momentos durante a graduação, sem você eu não chegaria até o fim, obrigada por todo amor e amizade.

Sou grata por todos os amigos que a UFAL me presenteou, em especial Ádila, Cris, Lore, Neto, Ed, Lara, Doug e Léo. Obrigada por todo suporte durante essa jornada, vocês sempre serão a família que escolhi ter. À Luan, meu irmão, quem dividia a casa, as vitórias e as angústias durante esse período em Alagoas. Você foi meu suporte e meu pedacinho da Bahia em Maceió.

Ao CAEQ, por ter sido meu lar dentro da UFAL e ter me proporcionado crescer como pessoa e como profissional. Os membros, que compartilharam experiências únicas durante esse processo, gratidão por todo companheirismo. À PROTEQ, por ter me acolhido e me mostrado um pouco da vivência no mercado de trabalho. Esse TCC faz parte do que pude aprender nos grupos que participei.

Por fim, agradeço a professora Lívia, por ser meu exemplo de profissional, me orientando não só nos trabalhos, mas na minha jornada pessoal. Ao professor Jorge e sua dedicação em ajudar a todos, e a FIBRASOL por me conceder uma experiência profissional única.

## RESUMO

A Revolução Industrial, ocorrida no Século XVIII, foi um período de grande avanço tecnológico, permitindo o desenvolvimento das indústrias. A maquinofatura foi substituindo a manufatura, o que gerou um aumento de produção e otimizou processos. Esse avanço, além de interferir diretamente nas relações sociais, também gerou impactos ambientais, pois a partir desse crescimento, houve uma exploração em excesso dos recursos naturais. Sabe-se que os processos industriais geram uma grande quantidade de resíduos com diferentes características químicas e físicas, o que pode acarretar problemas ambientais, sociais, econômicos e sanitários. Portanto, se faz necessário a implementação de um Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos (PGRS), documento técnico, obrigatório, que deve ser elaborado pelas empresas geradoras de resíduos, onde são identificados o tipo e a quantidade de resíduos gerados, evitando a contaminação do solo, ar, cursos de água, lençóis freáticos e dos próprios colaboradores. Assim, foi necessário a criação de leis e normas que regulamentam a gestão dos resíduos que podem ser descartados no meio ambiente. O Plano de Gerenciamento é um instrumento de implementação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos - PNRS, Lei Nº 12.305/2010, onde reúne um conjunto de princípios, objetivos e diretrizes com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos. O objetivo desse trabalho foi identificar e quantificar os resíduos gerados em uma indústria que fabrica pias de fibra de vidro e reservatórios d'água de polietileno e fibra de vidro, propondo implementar um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, aplicando-se estratégias quanto a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento nos seus processos e a forma adequada para que os resíduos tivessem uma disposição final adequada.

**Palavras-chave:** Gerenciamento de resíduos, Resíduos industriais, Impactos, Indústria Química.

## **ABSTRACT**

The Industrial Revolution, which took place in the 18th century, was a period of great technological advance, allowing the development of industries. Machining replaced manufacturing, which generated an increase in production and optimized processes. This advance, besides interfering directly in social relations, also generated environmental impacts, because from this growth, there was an overexploitation of natural resources. It is known that industrial processes generate a large amount of waste with different chemical and physical characteristics, which can lead to environmental, social, economic and health problems. Therefore, it is necessary to implement a Solid Waste Management Plan (PGRS), a mandatory technical document that must be prepared by waste generating companies, where the type and amount of waste generated are identified, avoiding contamination of the soil, air, water courses, groundwater and the employees themselves. Thus, it was necessary to create laws and rules that regulate the management of the waste that can be disposed of in the environment. The Management Plan is an implementation tool of the National Policy for Solid Waste - PNRS, Law No. 12.305/2010, which brings together a set of principles, objectives, and guidelines with a view to integrated management and environmentally sound management of solid waste. The objective of this work was to identify and quantify the waste generated in an industry that manufactures fiberglass sinks and polyethylene and fiberglass water tanks, proposing to implement a Solid Waste Management Plan, where strategies were applied regarding the non-generation, reduction, reuse, recycling, treatment in their processes and the appropriate way for the waste to have an adequate final disposal.

**Keywords:** Waste management, Industrial waste, Impacts, Chemical industry.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1</b> - Classificação quanto ao CONAMA.....                        | 17 |
| <b>Figura 2</b> - Etapas para o gerenciamento dos resíduos sólido.....       | 18 |
| <b>Figura 3</b> – Vista superior da Empresa.....                             | 23 |
| <b>Figura 4</b> – Resíduos sem segregação.....                               | 23 |
| <b>Figura 5</b> – Resíduos armazenados incorretamente .....                  | 23 |
| <b>Figura 6</b> – Resíduos perigosos expostos.....                           | 26 |
| <b>Figura 7</b> – Resíduos acondicionados incorretamente .....               | 26 |
| <b>Figura 8</b> – Processo de laminação .....                                | 28 |
| <b>Figura 9</b> – Equipamento de rotomoldagem .....                          | 28 |
| <b>Figura 10</b> – Resíduos de PRFV empacotados com papelão contaminado..... | 31 |
| <b>Figura 11</b> – Resíduos sem segregação.....                              | 30 |
| <b>Figura 12</b> – Aparas de polietileno .....                               | 30 |
| <b>Figura 13</b> – Plástico de embalagens .....                              | 30 |
| <b>Figura 14</b> – Pallets de madeira .....                                  | 31 |
| <b>Figura 15</b> – Resíduo de PRFV segregado.....                            | 31 |
| <b>Figura 16</b> – Tambores contaminados compactados.....                    | 32 |
| <b>Figura 17</b> – Resíduo de PRFV compactado .....                          | 32 |
| <b>Figura 18</b> – Prensa hidráulica .....                                   | 32 |
| <b>Figura 19</b> – Antigo transporte de resíduos.....                        | 33 |
| <b>Figura 20</b> – Atual transporte de resíduos.....                         | 33 |
| <b>Figura 21</b> – Polietileno reciclado.....                                | 34 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 1:</b> Dados sobre a quantidade mensal dos resíduos sólidos gerados na empresa..... | 29 |
|---|----|

## LISTA DE QUADROS

|  |    |
|--|----|
| <b>Quadro 1</b> - Normas aplicáveis do MMA.....    | 37 |
| <b>Quadro 2</b> - Normas aplicáveis do CONAMA..... | 38 |
| <b>Quadro 3</b> - Normas aplicáveis da ABNT.....   | 38 |
| <b>Quadro 4</b> - Normas aplicáveis na Bahia ..... | 39 |

## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIACÕES

|          |  |
|----------|--|
| ABNT     | Associação Brasileira de Normas Técnicas   |
| CONAMA   | Conselho Nacional do Meio Ambiente         |
| COOPREJE | Cooperativa de Catadores Recicla Jequié    |
| EPI      | Equipamento de Proteção de Individual      |
| LM       | Laminação Manual                           |
| MMA      | Ministério do Meio Ambiente                |
| NBR      | Norma Técnica                              |
| ONU      | Organização das Nações Unidas              |
| PE       | Polietileno                                |
| PERS     | Política Estadual de Resíduos Sólidos      |
| PGRS     | Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos |
| PNRS     | Política Nacional de Resíduos Sólidos      |
| PRFV     | Polímero Reforçado com Fibra de Vidro      |
| SISNAMA  | Sistema Nacional do Meio Ambiente          |

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....  | <b>7</b>  |
| <b>2. OBJETIVOS</b> .....   | <b>9</b>  |
| 2.1. <b>Objetivo geral</b> .....  | <b>9</b>  |
| 2.2. <b>Objetivos específicos</b> .....   | <b>9</b>  |
| <b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....   | <b>10</b> |
| 3.1 <b>Industrialização e Desenvolvimento Sustentável</b> .....                 | <b>10</b> |
| 3.2 <b>Legislação</b> .....   | <b>12</b> |
| 3.2.1 <b>Política Nacional dos Resíduos Sólidos</b> .....                       | <b>12</b> |
| 3.2.2 <b>Política Estadual dos Resíduos Sólidos</b> .....                       | <b>15</b> |
| 3.3 <b>Classificação dos Resíduos</b> .....                                     | <b>16</b> |
| 3.3.1 <b>Em relação à ABNT NBR 10.004</b> .....                                 | <b>16</b> |
| 3.3.2 <b>Em relação à Resolução CONAMA 275/2001</b> .....                       | <b>17</b> |
| 3.4 <b>Gerenciamento dos resíduos sólidos</b> .....                             | <b>18</b> |
| 3.5 <b>Indústria de transformação do plástico</b> .....                         | <b>19</b> |
| 3.5.1 <b>Moldagem rotacional</b> .....  | <b>19</b> |
| 3.5.2 <b>Laminação dos Polímeros Reforçados com Fibra de Vidro (PRFV)</b> ..... | <b>20</b> |
| <b>4. METODOLOGIA</b> .....   | <b>21</b> |
| 4.1 <b>Apresentação da Empresa</b> .....  | <b>21</b> |
| 4.2 <b>Mapeamento dos resíduos gerados</b> .....                                | <b>22</b> |
| 4.3 <b>Mapeando riscos e penalidades</b> .....                                  | <b>23</b> |
| <b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....  | <b>25</b> |
| 5.1 <b>Geração de resíduos</b> .....  | <b>25</b> |
| 5.2 <b>Gerenciamento de resíduos</b> .....                                      | <b>28</b> |
| 5.2.1 <b>Não geração, Redução e Reutilização</b> .....                          | <b>29</b> |
| 5.2.2 <b>Segregação</b> .....   | <b>29</b> |
| 5.2.3 <b>Armazenagem e Acondicionamento</b> .....                               | <b>31</b> |
| 5.2.4 <b>Transporte Externo e Destinação Final</b> .....                        | <b>33</b> |
| 5.3 <b>Aperfeiçoamento de Plano e Monitoramento</b> .....                       | <b>34</b> |
| 5.4 <b>Pesquisas futuras</b> .....  | <b>37</b> |
| <b>6. CONCLUSÕES</b> .....  | <b>39</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIA</b> .....   | <b>40</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de industrialização e os avanços da tecnologia tiveram um papel fundamental para a qualidade de vida e o crescimento da economia, pois com o aumento do consumo de produtos e o crescimento populacional, as indústrias precisaram se adaptar a essa realidade e otimizar os processos. Porém, a falta de um controle adequado dos resíduos gerados nas indústrias fizeram aumentar uma quantidade preocupante de contaminantes para o meio ambiente e a saúde pública (GOUVEIA, 1999).

Segundo Ribeiro (2019), o conceito de indústria está relacionado a uma série de processos aplicados à produção de beneficiamento, com o objetivo de transformar um recurso em um bem de consumo. Dessa forma, a própria definição de indústria demonstra a dimensão de sua grande capacidade de impactos sociais e ambientais, uma vez que tem a matéria-prima, podendo ser um recurso natural renovável ou não, como base principal para fabricação de novos produtos.

O gerenciamento dos resíduos sólidos pode ser um aliado para uma produção mais limpa, considerando assim uma estratégia econômica e ambiental integrada aos processos e produtos, tendo como objetivo o aumento da eficiência no uso das matérias-primas, através da redução dos resíduos ou até mesmo não geração dos resíduos e sua disposição final (SIMIÃO, 2011).

Com o objetivo de compartilhar a responsabilidade entre a sociedade, as empresas e o Estado, em 2 de agosto de 2010 foi sancionada a Lei Nº 12.305, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010).

O trabalho proposto reitera a importância do gerenciamento dos resíduos sólidos, bem como os resíduos sólidos industriais. Com isso, essa pesquisa é baseada em um estudo de caso de uma indústria que produz pias de fibra de vidro e tanques de polietileno e fibra de vidro, localizada em Jequié-BA, onde objetiva-se identificar as matérias-primas, os processos, os resíduos gerados e o que pode ser feito para reduzir os impactos que esses resíduos geram no ambiente, na saúde e na economia local. Além de demonstrar a importância de um Plano de Gerenciamento de Resíduos na Indústria de plástico e compósitos

e implementar estratégias viáveis para reduzir, reutilizar e tratar os resíduos gerados nas indústrias desse segmento.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Esse trabalho tem como objetivo geral identificar os resíduos gerados numa indústria que fabrica tanques e pias e propor uma melhoria do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) com estratégias quanto a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos e a melhor forma para que tenham uma disposição final adequada.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Identificar os tipos de resíduos gerados na empresa;
- Identificar riscos relacionados a manipulação dos resíduos e as medidas de prevenção;
- Elaborar propostas para complementar um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos buscando reduzir os riscos ambientais e sanitários;
- Demonstrar a importância do gerenciamento de resíduos com o meio ambiente e a saúde pública;
- Propor métodos que podem ser utilizados para o acondicionamento, transporte, tratamento, reciclagem e disposição final dos resíduos gerados;
- Propor melhorias para a diminuição de custos da empresa utilizando de forma eficiente os resíduos produzidos.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Com as atividades humanas de forma geral, resíduos em grande quantidade e diversidade são gerados. Em relação aos resíduos industriais há uma preocupação maior, pois os processos podem gerar produtos perigosos para a saúde pública e o meio ambiente. Desse modo, é necessário que as indústrias tenham um Plano de Gerenciamento de Resíduos, onde possam estabelecer estratégias para mitigar a geração de resíduos.

Assim, esse capítulo servirá como base teórica para validar o problema apresentado, fornecendo dados para comparações entre a literatura e o estudo prático na empresa analisada. Serão demonstradas as definições sobre a problemática da geração de resíduos industriais, gestão ambiental, produção sustentável, processo produtivo e as Políticas de gerenciamento dos resíduos.

#### **3.1 Industrialização e Desenvolvimento Sustentável**

Com o processo de industrialização e uma maior percepção sobre os impactos causados com as atividades industriais, em 1972 a questão ambiental ganhou notoriedade na Conferência da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre o Meio Ambiente Humano. A partir desse evento, estratégias e tecnologias vem sendo criadas para minimizar os prejuízos gerados pela poluição. Dentre essas estratégias, surgiu em 1987, um relatório que introduzia pela primeira vez o conceito de desenvolvimento sustentável (Philippi, 2014).

Esse relatório, denominado de Nosso Futuro Comum, foi elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, sob a presidência de Gro Harlem Brundtland, onde define desenvolvimento sustentável como: "aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades" (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991, p.46).

No Brasil, os debates sobre as questões ambientais foram iniciados na Conferência nas Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, e ficou popularmente conhecida como Eco-92. Esse evento foi um marco importante para a implantação de um modelo de desenvolvimento sustentável, sobretudo quando se trata de

recursos naturais. Estratégias foram implantadas com objetivo de reduzir o consumo de combustíveis fósseis, desenvolver tecnologias que possam reutilizar os recursos naturais e conciliar a economia e o uso dos recursos sem que grandes danos ocorressem no meio ambiente e na saúde da população.

Historicamente, percebe-se que a Conferência de Estocolmo e a Eco-92 foram os dois eventos com maior visibilidade e importância mundial. Estas Conferências foram idealizadas com o intuito de propor soluções alternativas para os problemas ambientais decorrentes do modelo de expansão econômica adotado desde a Revolução Industrial.

Segundo Santos (2005, p. 10),

Estes eventos demonstram em grande parte, a ampliação da consciência a respeito das questões ambientais por parte dos governos, da sociedade e da indústria. Atualmente estas três entidades estão percebendo que apenas tratar e dispor os resíduos corretamente não é suficiente. É preciso reduzir a geração de resíduos das atividades industriais em todas as etapas do seu ciclo de vida e promover a recuperação e o reuso dos resíduos. Estas ações contribuem para preservar as reservas de recursos naturais, prevenir a contaminação ambiental, prolongar a vida útil dos aterros, reduzir custos com o desperdício de materiais e com o tratamento e a disposição de resíduos, e vão ao encontro dos princípios do desenvolvimento sustentável.

De acordo com Donaire (1995), o desenvolvimento sustentável abrange a equidade social, equilíbrio ecológico e desenvolvimento financeiro, gerando um senso de responsabilidade comum como processo de mudança onde a exploração de recursos, os investimentos econômicos e o desenvolvimento tecnológico deverão estar em sintonia. Neste sentido, o desenvolvimento da tecnologia deverá ser orientado para metas de equilíbrio com a natureza e de incremento da capacidade de inovação dos países em desenvolvimento, e o progresso será entendido como fruto de maior riqueza, maior benefício social equitativo e equilíbrio ecológico.

## **3.2 Legislação**

### **3.2.1 Política Nacional dos Resíduos Sólidos**

A Lei Federal N° 12.305, de 2 de agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que estabelece o seguinte sobre o PGRS:

“Art. 1. A PNRS dispõe sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

Art. 7. São objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos:

- I – proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
- II – não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- V – redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos;
- VI – incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais reciclados;
- VII – gestão integrada de resíduos sólidos.

Art. 13. Para os efeitos desta Lei, os resíduos sólidos têm a seguinte classificação:

I - quanto à origem:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os geradores nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais

II – quanto à periculosidade:

- a) resíduos perigosos: aqueles que em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à

qualidade ambiental, de acordo com a lei, regulamento ou norma técnica;

b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a”. Parágrafo único. Respeitado o disposto no art. 20, os resíduos referidos na alínea “d” do inciso I do caput, se caracterizados como não perigosos, podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal.

Art. 20. Estão sujeitos às elaborações de plano de gerenciamento de resíduos sólidos:

I – os geradores de resíduos sólidos dos serviços públicos de saneamento básico, resíduos industriais, resíduos de serviços de saúde e resíduos de mineração;

II – os estabelecimentos comerciais e de prestação de serviço que:

a) gerem resíduos perigosos;

b) gerem resíduos que, mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal;

III – as empresas de construção civil, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA.

Art. 21. O plano de gerenciamento de resíduos sólidos tem o seguinte conteúdo mínimo:

I – descrição do empreendimento ou atividade;

II – diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;

V – ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;

VII – se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, na forma do art.31.

Art. 22. Para a elaboração, implantação, operacionalização e monitoramento de todas as etapas do plano de gerenciamento de resíduos sólidos, nelas incluído o controle da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, será designado responsável técnico devidamente habilitado.

Art. 23. Os responsáveis por plano de gerenciamento de resíduos sólidos manterão atualizadas e disponíveis ao órgão municipal competente, ao órgão licenciador do SISNAMA e a outras autoridades, informações completas sobre a implantação e a operacionalização do plano sob sua responsabilidade.

Art. 24. O plano de gerenciamento de resíduos sólidos é parte integrante do processo de licenciamento ambiental do empreendimento ou atividade.

§ 1º Nos empreendimentos e atividades não sujeitos a licenciamento ambiental, a aprovação do plano de gerenciamento de resíduos sólidos cabe à autoridade municipal competente.

Art. 27. As pessoas físicas ou jurídicas são responsáveis pela implantação e operacionalização integral do plano de gerenciamento de resíduos sólidos.

§ 1º A contratação de serviços de coleta, armazenamento, transporte, transbordo, tratamento ou destinação final de resíduos sólidos, ou de disposição final de rejeitos, não isenta as pessoas físicas ou jurídicas da responsabilidade por danos que vierem a ser provocados pelo gerenciamento inadequado dos respectivos resíduos ou rejeitos.

Art. 28. O gerador de resíduos sólidos domiciliares tem cessada sua responsabilidade pelos resíduos com a disponibilização adequada para a coleta.

Art. 29. Cabe ao poder público atuar, subsidiariamente, com vistas a minimizar ou cessar o dano, logo que tome conhecimento de evento lesivo ao meio ambiente ou à saúde pública relacionada ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Parágrafo único. Os responsáveis pelo dano ressarcirão integralmente pelos gastos decorrentes das ações empreendidas.

Art. 30. É instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implantada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, consoante às atribuições e procedimentos previstos nesta Seção.

Art. 37. A instalação e o funcionamento de empreendimento ou atividade que gere ou opere com resíduos perigosos somente podem ser autorizados ou licenciados pelas autoridades competentes se o responsável comprovar, no mínimo, capacidade técnica e

econômica, além de condições para prover os cuidados necessários ao gerenciamento desses resíduos.”

### **3.2.2 Política Estadual dos Resíduos Sólidos**

A Lei Estadual nº 12.932, de 07 de janeiro de 2014, dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) e inclusão produtiva, e dá outras providências.

Dos princípios, objetivos e diretrizes:

Art. 6º Os princípios, os objetivos e as diretrizes da Política Estadual de Resíduos Sólidos - PERS deverão orientar as metas, os programas, os instrumentos e as ações relacionadas com a gestão estadual de resíduos sólidos e rejeitos.

Art. 7º A Política Estadual de Resíduos Sólidos - PERS baseia-se nos seguintes princípios:

I - da prevenção e da precaução;

II - do poluidor-pagador e do protetor-recebedor;

III - da participação e do controle social;

IV - da educação ambiental;

V - da universalização do acesso aos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos;

VI - do respeito às diversidades locais e regionais e aos valores histórico-culturais;

VII - do direito da sociedade ao acesso à informação;

VIII - da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, especialmente a ambiental;

IX - do desenvolvimento sustentável;

X - da inclusão social nos serviços de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos;

XI - da cooperação interinstitucional entre o setor público, o setor empresarial, as cooperativas

e associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, e os demais segmentos da sociedade civil;

XII - do respeito à ordem de prioridade estabelecida nessa Lei para o gerenciamento de resíduos sólidos;

XIII - da visão sistêmica na gestão dos resíduos sólidos, considerando as variáveis ambientais sociais, culturais, econômicas, tecnológicas e de saúde pública.

Art. 8º São objetivos da Política Estadual de Resíduos Sólidos - PERS:

- I - não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, devendo ser observada essa ordem de prioridade na gestão e no gerenciamento integrados de resíduos sólidos;
- II - a proteção e a melhoria da saúde pública e da qualidade do meio ambiente;
- III - a adoção de padrões e práticas sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;
- IV - a geração de benefícios sociais e econômicos.

Parágrafo único. Respeitando-se a ordem de prioridade mencionada no inciso I deste artigo, podem ser adotados, como formas de gerenciamento de resíduos, dentre outras, a compostagem, a redução do volume e da periculosidade, a recuperação e o aproveitamento energético, desde que comprovada a viabilidade social, técnica, econômica e ambiental.

### **3.3 Classificação dos Resíduos**

#### **3.3.1 Em relação à ABNT NBR 10.004**

Para classificar os resíduos sólidos é necessário a identificação do processo e a atividade que lhe deu origem, de seus constituintes e características, e a comparação desses constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto ao meio social e biótico se tem conhecimento. De acordo com a ABNT, os resíduos são classificados em dois tipos:

- Resíduos Classe I – Perigosos;
- Resíduos Classe II – Não Perigosos.

Os resíduos perigosos são aqueles que apresentam algum tipo de periculosidade. Esta periculosidade está associada as propriedades físico-químicas do resíduo gerado. De forma

geral, um resíduo é considerado perigoso se apresentar alguma característica de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade (NBR 10.004/2004).

Os resíduos classe II são aqueles que não apresentam nenhum tipo de periculosidade direta ao meio socioambiental. Esse tipo de resíduo é subdividido em resíduos classe II A e classe II B. Os resíduos classe II A são não inertes, podendo ter propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade e solubilidade em água. Os resíduos classe II B são quaisquer resíduos que, quando submetidos a um contato com água destilada ou deionizada à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspectos como: cor, turbidez, dureza e sabor.

### 3.3.2 Em relação à Resolução CONAMA 275/2001

A resolução CONAMA nº275/2001 estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos na identificação de coletores e transportadores identificando cada tipo de resíduo, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva, como apresentado na Figura 1.

Figura 1. Classificação quanto ao CONAMA.



Fonte: Divisão de Gestão Ambiental- UFPR, 2013.

### 3.4 Gerenciamento dos resíduos sólidos

Segundo a NBR 10004:2004, resíduos sólidos são definidos como: Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004).

Um evento que marcou a forma como a sociedade avalia sua relação com o ambiente foi a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Rio-92, quando a comunidade política reiterou a necessidade de alinhar o uso dos recursos naturais com o desenvolvimento econômico e social. Desde então, estratégias são analisadas para minimizar os impactos causados ao meio ambiente através do consumo da sociedade (GOUVEIA, 2012).

A gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos têm um conteúdo mínimo determinado pela Lei nº 12.305/2010, que inclui as seguintes etapas: segregação, coleta, armazenagem e acondicionamento, transporte e destinação final (Figura 2). Esse compromisso é condição essencial para uma efetiva responsabilidade socioambiental que inclua a gestão dos resíduos sólidos como uma questão fundamental.

**Figura 2.** Etapas para o gerenciamento dos resíduos sólidos



**Fonte:** Cartilha do Ministério do Meio Ambiente, 2014.

### **3.5 Indústria de transformação do plástico**

O processo produtivo da transformação do plástico tem sua origem na Primeira Geração Petroquímica, transformando a nafta (composto derivado do petróleo) em insumos petroquímicos, onde são polimerizados em resinas termoplásticas (polipropileno, polietileno, poliestireno, acetato de vinila, etc.), que servem de matéria-prima pelas indústrias de transformação do plástico, fornecendo uma série de produtos e serviços (ABIPLAST, 2014).

Existem vários processos produtivos que são utilizados na produção de transformação dos plásticos, porém os métodos mais utilizados são a extrusão, moldagem rotacional, emulsão e injeção. Esses processos citados consistem, de forma geral, em fundir as resinas termoplásticas e moldá-las utilizando um molde ou matriz, transformando-as em um produto plástico (MARTINS, 2014).

#### **3.5.1 Moldagem rotacional**

De uma forma genérica, a rotomoldagem ou moldagem rotacional é um método simples de se fabricar produtos plásticos ocos. Para Greco e Maffezzoli (2004), a rotomoldagem se diferencia dos demais processos de transformação de plásticos por oferecer a possibilidade de produção de peças com paredes duplas, fabricação de produtos ocos como peças de brinquedos (cabeças e partes de bonecas), até componentes de grandes dimensões, como tanques para máquinas agrícolas e caixas d'água. Contudo, o tipo de material e suas características dimensionais influenciam diretamente o processo.

Diversos polímeros podem ser utilizados no processo de rotomoldagem. O Polietileno (PE) representa mais de 90% de todo o mercado. Os principais motivos do PE dominar a indústria de rotomoldagem é sua estabilidade térmica, alta resistência ao impacto e química, e baixa deformação (BRASKEM, 2020).

Na fabricação por rotomoldagem, os resíduos de polietileno podem ser gerados por erro de processo, criando furos, bolhas ou ondulações, ou no acabamento da peça produzida, gerando as aparas de polietileno.

### **3.5.2 Laminação dos Polímeros Reforçados com Fibra de Vidro (PRFV)**

Os compósitos são uma classe dos materiais de engenharia em que um dos componentes (fase descontínua) confere resistência ao compósito quando submetido a algum tipo de esforço, enquanto que o outro componente (fase contínua) é responsável pela transferência deste esforço (componente matricial). O compósito Polímero Reforçado com Fibra de Vidro (PRFV) é usualmente denominado de “fiberglass” ou somente fibra de vidro (RISSON, 1998).

Materiais compósitos apresentam uma boa alternativa para produtos que combinam as propriedades de leveza e resistência mecânica. Por essa razão, na indústria química, os compósitos denominados Plástico Reforçado de Fibra de Vidro (PRFV) são amplamente empregados. Estes materiais aliam baixa densidade com excelentes propriedades mecânicas, tolerância à deterioração, resistência à corrosão e resistência à fadiga, e sabe-se que sua qualidade e custo são fortemente influenciados pelo processo de fabricação (BITTENCOURT, 2016).

De acordo com Bittencout (2016), três métodos de obtenção de compósitos bastante utilizados são: laminação manual (LM), laminação a vácuo (LV) e infusão (I). A LM é considerada a técnica básica de fabricação de compósitos, enquanto que os métodos de LV e I são mais aprimorados, por utilizarem baixa pressão através da bomba de vácuo. A fabricação de compósitos através do método de laminação manual gera resíduos laminados de poliéster insaturado com fibra de vidro.

## **4. METODOLOGIA**

O procedimento utilizado nesse trabalho foi do tipo Estudo de Caso, onde dados de uma indústria que fabrica tanques de polietileno e fibra de vidro e pias de fibra de vidro foram coletados através de visitas técnicas, observando-se os processos, matérias-primas, produtos, subprodutos e os resíduos gerados pela empresa em questão.

A pesquisa desenvolveu-se de forma exploratória, utilizando o método descritivo, onde os dados foram observados, registrados, analisados e interpretados, visando proporcionar uma melhor perspectiva do problema, ou seja, o gerenciamento dos resíduos gerados por uma indústria desse segmento.

Ainda que um estudo de caso não generalize os resultados, ele pode contribuir para que situações semelhantes sejam comparadas. As visitas e pesquisas realizadas em campo foram feitas de forma que fosse possível registrar dados suficientes para estudar o gerenciamento de resíduos em indústrias similares.

### **4.1 Apresentação da Empresa**

A indústria onde foi realizado o estudo de caso atua há 21 anos no mercado brasileiro. Situada em Jequié-Ba, localizada a 360 Km de Salvador, a empresa é uma referência na região no que se trata da produção de tanques e pias de fibra de vidro e tanques de polietileno. Atualmente, a empresa tem expandido suas vendas para Sergipe, Alagoas, Ceará e Minas Gerais, elevando a quantidade de fabricação de seus produtos. A cidade está em constante expansão, pois é sede de uma microrregião administrativa composta por mais de 30 municípios, o que agrega uma população de cerca de 700 mil habitantes em seu entorno. Pensando nesse crescimento, a Indústria em questão também está empenhada nessa evolução, empregando cerca de 60 pessoas e buscando o compromisso com a segurança, ética, inovação e responsabilidade socioambiental. Desse modo, a proposta de aperfeiçoamento do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos também faz parte desse compromisso. A Figura 3 demonstra a visão superior do empreendimento, onde internamente são divididos em setores de

escritório, estoque, refeitório, áreas de produção e oficina de manutenção. Nesses diversos ambientes são gerados resíduos de diferentes quantidades e tipologias.

**Figura 3.** Vista superior da Empresa



**Fonte:** Rede social da empresa, 2020.

## **4.2 Mapeamento dos resíduos gerados**

A empresa é dividida em setores, onde cada área gera resíduos. Observando cada setor, o estudo consistiu no levantamento quantitativo, na tipologia e no tratamento que os resíduos gerados recebiam. Com os resultados, elaborou-se uma proposta de aperfeiçoar o PGRS para o empreendimento. Essa proposta foi baseada na Política Nacional de Resíduos Sólidos, utilizando estratégias que foquem na reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final adequada.

Assim, de 13 a 17 de Julho de 2020, os resíduos foram identificados, segregados e tiveram a massa aferida nos fins de cada expediente, utilizando uma balança existente na própria empresa e, por fim, classificados de acordo a NBR 10004, quanto aos riscos potenciais ao meio

ambiente e à saúde pública, para que pudessem ser gerenciados adequadamente. O processo de observação dos resíduos foi de uma semana de produção.

As Figuras 4 e 5 demonstram resíduos oriundos de alguns setores de produção armazenados de forma inadequada e sem segregação, aguardando o transporte para serem destinados para um aterro classe I, localizado na estrada entre Feira de Santana e Salvador-BA.

**Figura 4.** Resíduos sem segregação



**Fonte:** Autora, 2020

**Figura 5.** Resíduos armazenados incorretamente



**Fonte:** Autora, 2020

A partir da observação das fontes geradoras, a etapa de segregação, de acordo com a ABNT NBR 10.004:2004, consistiu na separação dos resíduos no momento da geração, classificando os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública.

### **4.3 Mapeando riscos e penalidades**

A falta ou a gestão ineficiente dos resíduos sólidos, ou seja, os processos de segregação, acondicionamento, armazenamento, transporte e destino final incorretos podem provocar graves impactos sanitários e ambientais. Os problemas da má gestão dos resíduos sólidos têm como consequências a poluição atmosférica, hídrica, do solo, visual, e dependendo da classificação do resíduo, podem ocasionar danos à saúde da população. Outro impacto

importante a ser observado é impacto econômico que o empreendimento industrial pode sofrer caso não esteja de acordo com a legislação vigente, podendo assim ser penalizado.

Para garantir que as indústrias cumpram as leis ambientais, existem órgãos públicos federais, estaduais e dos municípios de fiscalização. Em caso de descumprimento dessas leis, existem penalidades como suspensão das atividades e multas altas. Essas penalidades são consequências da Lei dos Crimes Ambientais (Lei 9.605/98), criada para permitir sanções penais e administrativas aos infratores que praticam atividades prejudiciais ao meio ambiente.

De acordo a Lei 9.605/98, sofrerá reclusão e multa quem manipula, acondiciona, armazena, coleta, transporta, reutiliza, recicla ou dá destinação final a resíduos perigosos de forma diversa da estabelecida em lei ou regulamento. A Figura 6 demonstra resíduos de classe I - perigosos (estopa contaminada com solvente e resinas, borra de tinta, fibra de vidro, etc.) sem acondicionamento e armazenados de forma incorreta, em contato direto com o solo. Caixas d'água de fibra de vidro que sofreram problemas durante a produção (Figura 7) estavam sendo empilhadas e acumulando água no terreno na empresa, formando criadouros para mosquitos, como o *Aedes aegypti*, responsável pela transmissão da dengue, zika e chikungunya.

**Figura 6** – Resíduos perigosos expostos



Fonte: Autora, 2020

**Figura 7** – Resíduos acondicionados incorretamente



Fonte: Autora, 2020

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os dados dessa pesquisa foram obtidos com o intuito de avaliar os impactos causados pela falta de gestão dos resíduos gerados pelas indústrias de transformação do plástico e quais as melhores estratégias, baseadas na legislação vigente, para um melhor gerenciamento. Portanto, foram avaliados os tipos de resíduos, suas quantidades e a forma de gerenciamento (segregação, armazenamento, transporte e destinação final) que a empresa aplica.

### **5.1 Geração de resíduos**

Foi possível observar que a geração de resíduos em uma indústria não é, em sua totalidade, consequência apenas do processo produtivo, como a laminação, moldagem rotacional, pintura, e desmoldagem de cada peça fabricada, mas ocorre desde a chegada da matéria-prima e de atividades corriqueiras de qualquer estabelecimento, como a impressão de documentos, troca de lâmpadas, descarte de Equipamentos de Proteção Individual, alimentação dos colaboradores e o desempacotamento dos insumos.

As embalagens que chegam à empresa contendo as matérias-primas dão início ao processo de geração dos resíduos, pois elas não serão utilizadas na fabricação dos produtos, entretanto podem se acumular em uma quantidade significativa e causam danos ambientais e sanitários se não tiverem um tratamento e destino final adequado. Essas embalagens são importantes para que o material chegue protegido, porém é interessante que as mesmas tenham um ciclo de vida que não provoquem tantos danos.

Como a Política Nacional de Resíduos Sólidos atribui que estão sujeitos a elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos os estabelecimentos que geram resíduos industriais, comerciais e de prestação de serviço que geram resíduos perigosos, resíduos que, mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal, constatou-se que a empresa em questão se enquadrava nos geradores de resíduos que deveriam apresentar um PGRS.

O processo produtivo da empresa ocorre em três setores: setor de pias de fibra de vidro, tanques de fibra de vidro e setor de tanques de polietileno. Cada setor possui uma cadeia produtiva distinta, onde a fabricação dos produtos de Polímero Reforçado com Fibra de Vidro (PRFV) é realizada através do processo de laminação (Figura 8) e a fabricação dos produtos com Polietileno de Alta Densidade (PEAD) se dá por meio da moldagem rotacional, realizada no equipamento representado na Figura 9.

**Figura 8.** Processo de laminação



**Fonte:** Autora, 2021

**Figura 9.** Equipamento de rotomoldagem



**Fonte:** Autora, 2021

Realizando um levantamento da tipologia, características e quantidade, em quilos, dos resíduos sólidos que são gerados na empresa em todas as suas atividades durante o expediente, foi possível elaborar a Tabela 1 abaixo, classificando os resíduos de acordo a ABNT NBR 10004 e a Resolução CONAMA 313/02 com o objetivo de verificar a forma que esses resíduos eram gerenciados, se estavam de acordo as normas e se a empresa necessitava de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

A Tabela 1 foi gerada com os valores mensais, em quilograma, de cada resíduo que foi pesado de acordo a metodologia aplicada nesse estudo de caso.

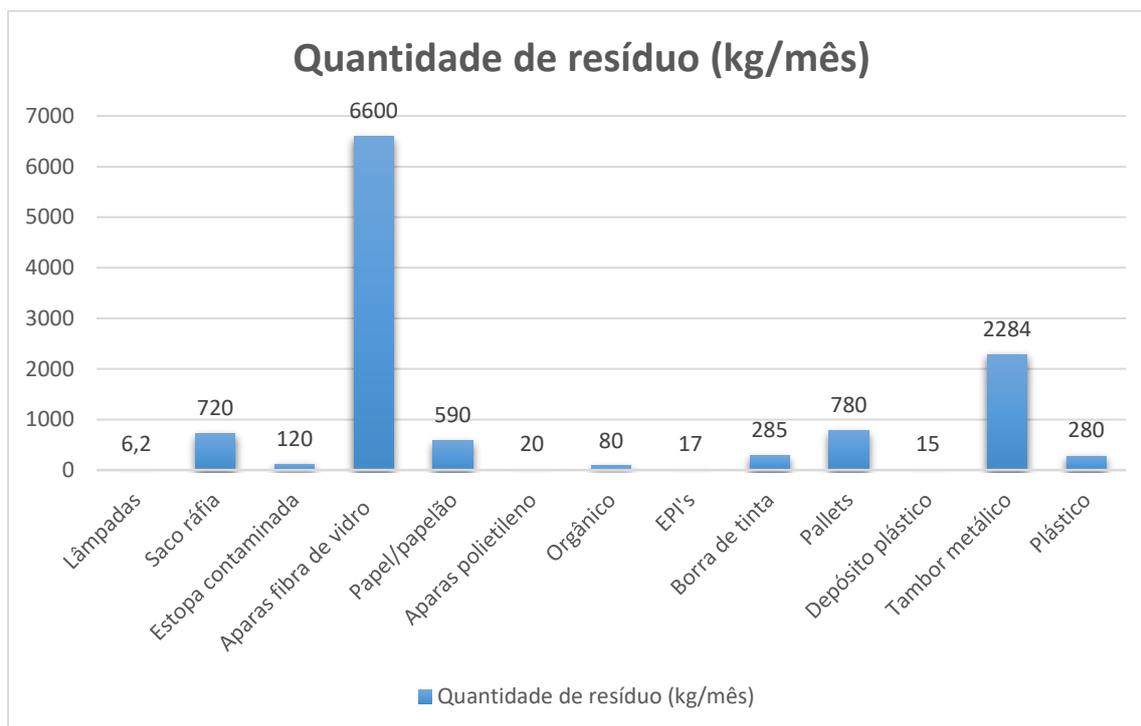
**Tabela 1:** Dados sobre a quantidade mensal dos resíduos sólidos gerados na empresa.

| <b>RESÍDUO</b>              | <b>CLASSE</b> | <b>CÓDIGO</b> | <b>QUANTIDADE<br/>(KG/MÊS)</b> |
|-----------------------------|---------------|---------------|--------------------------------|
| Lâmpadas                    | I-A           | I117          | 6,2                            |
| Saco rafia                  | II-B          | A107          | 720                            |
| Estopas contaminadas        | I-A           | F437          | 120                            |
| Aparas de fibra de vidro    | I-A           | F441          | 6600                           |
| Plástico                    | II-B          | A107          | 280                            |
| Papel/Papelão               | II-A          | A006          | 590                            |
| Aparas polietileno          | II-B          | A107          | 20                             |
| Orgânico                    | II-A          | A001          | 80                             |
| EPI's contaminados          | I-A           | F441          | 17                             |
| Borra de tinta              | I-A           | F017          | 285                            |
| Pallets                     | II-B          | A009          | 780                            |
| Depósito plástico           | II-B          | A107          | 15                             |
| Tambor metálico contaminado | I-A           | A204          | 2284                           |
| <b>TOTAL</b>                | -             | -             | 11797,2                        |

**Fonte:** Autora, 2021.

Com os dados obtidos na Tabela 1, foi possível gerar o Gráfico 1 com as quantidades em kg/mês de cada tipo de resíduo gerado na empresa.

**Gráfico 1:** Quantidade de resíduo mensal em quilograma



**Fonte:** Autora, 2021.

De acordo o Gráfico 1 foi possível visualizar que a maior quantidade, em quilograma, de resíduo na empresa são as aparas dos Polímeros Reforçados com Fibra de Vidro (PRFV), proveniente do processo de laminação na fabricação de tanques e pias. Mesmo sendo um compósito, que só é submetido à combustão em temperaturas elevadas, o resíduo PRFV, de acordo com sua composição, apresenta compostos tóxicos perigosos que, sem a forma correta de descarte, pode causar impactos ambientais e sanitários.

## 5.2 Gerenciamento de resíduos

Durante a pesquisa exploratória e observando o Plano existente da empresa, notou-se que o PGRS estava desatualizado há mais de 5 anos, faltava estratégias para alguns setores e havia falha nos dados, como, por exemplo, quais e as quantidades de resíduos que estava descrita no documento e a situação real. Portanto, para aperfeiçoar o Plano de Gerenciamento, foram

propostas recomendações nos processos de Não geração, Redução e Reutilização; Segregação; Armazenagem; Transporte e Destino final.

### 5.2.1 Não geração, Redução e Reutilização

Essa recomendação consiste no processo de evitar geração desnecessária de resíduos, possibilitando uma redução deles, como também na reutilização dos mesmos sem sua transformação biológica ou físico-química. Portanto, a sugestão nessa etapa foi a de utilizar os resíduos de papelão e plástico contaminados, que eram descartados de forma incorreta no aterro sanitário do município, para empacotar os resíduos de PRFV (Figura 10).

**Figura 10.** Resíduos de PRFV empacotados com papelão contaminado



Fonte: Autora, 2021.

### 5.2.2 Segregação

Essa etapa consiste na separação dos resíduos no momento da geração, classificando os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente. Anterior a proposta de aperfeiçoamento do Plano, a separação dos resíduos não era realizada na empresa (Figura 11).

**Figura 11.** Resíduos sem segregação



**Fonte:** Autora, 2020.

A etapa de segregação ainda não está de acordo a resolução CONAMA n°275/2001, que estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos na identificação de coletores, porém os resíduos passaram a ser separados no momento da geração, facilitando o manuseio e evitando a contaminação de materiais com possibilidades de reciclagem e venda, como demonstram as Figuras 12, 13, 14 e 15.

**Figura 12.** Aparas de polietileno



**Fonte:** Autora, 2021.

**Figura 13.** Plástico de embalagens



**Fonte:** Autora, 2021.

**Figura 14.** Pallets de madeira



Fonte: Autora, 2021.

**Figura 15.** Resíduo de PRFV segregado



Fonte: Autora, 2021.

### **5.2.3 Armazenagem e Acondicionamento**

O processo de acondicionamento consiste no preparo adequado dos resíduos sólidos compatível com a tipologia e a quantidade. A qualidade da operação de coleta e transporte de resíduo depende da forma do seu acondicionamento, armazenamento e da disposição dos recipientes no local, dia e horários estabelecidos pelo órgão de limpeza urbana para a coleta.

As Figuras 4 e 5 evidenciam a falta de acondicionamento e armazenamento adequado para os resíduos, sobretudo os perigosos, que foram segregados e caracterizados como inflamáveis (exemplo: estopas, solventes e sucatas metálicas contaminadas com hidrocarbonetos) e tóxicos (exemplo: borra de tinta, EPI's, fibra de vidro, pincéis e rolos contaminados).

Para evitar a contaminação do solo e dos cursos de água que permeiam a localidade, foi sugerido que os resíduos perigosos fossem acondicionados em tambores com tampa, em uma área coberta para aguardar a destinação final. Os tambores de metal contaminados eram compactados (Figura 16) e armazenados no terreno anexo a empresa para serem descartados, a recomendação para esses tambores é que eles fossem armazenados em área coberta para aguardar coleta.

**Figura 16.** Tambores contaminados compactados



Fonte: Autora, 2021.

Os resíduos de fibra de vidro e os tambores contaminados eram os que mais ocupavam espaço durante o armazenamento, portanto foi indicado que os resíduos de fibra fossem compactados (Figura 17), diminuindo o volume e facilitando o transporte. O processo de compactação dos resíduos passou a ser realizado através de uma prensa (Figura 18) adquirida pela empresa.

**Figura 17.** Resíduo de PRFV compactado



**Figura 18.** Prensa hidráulica



Fonte: Autora, 2021.

Fonte: Autora, 2021.

## 5.2.4 Transporte Externo e Destinação Final

Os resíduos livre de contaminação como os sacos de rafia, lâmpadas, madeira, plásticos e papelão de embalagens eram transportados juntamente com resíduos perigosos – classe I (Figura 19), como as fibras e estopas contaminados, tendo como destino final um aterro sanitário, o que é ilegal perante a Lei 12.305, onde os resíduos perigosos devem receber um tratamento específico (aterro industrial, incineração, coprocessamento, etc.).

**Figura 19.** Antigo transporte de resíduos



Fonte: Autora, 2020.

Para essa etapa foi indicado que os tambores fossem vendidos e transportados (Figura 20) para uma empresa que realiza a recuperação de tambores contaminados, pois deixaria de descartar 2284 quilos de metal/mês nos aterros, contribuindo com as políticas públicas ambientais, e passaria a lucrar com a venda desses resíduos. A empresa utiliza, em média, 140 tambores mensais, sendo a unidade vendida pelo valor de 20,00 reais. Desse modo, a empresa passou a lucrar 2800,00 reais/mês.

**Figura 20 –** Atual transporte de resíduos



Fonte: Autora, 2021.

Observando a possibilidade de lucro e redução dos resíduos, a sugestão foi criar uma parceria com a COOPERJE para que plásticos, papel, lâmpadas e papelão fossem coletados pela cooperativa, gerando o certificado de destinação final. As aparas de polietileno passaram a ser transportadas para um empresa paulista que faz a reciclagem desse material e devolve para a indústria estudada, como representa a Figura 21.

**Figura 21.** Polietileno reciclado



Fonte: Autora, 2021.

Observando a Tabela 1 foi possível verificar que a madeira é responsável pela geração de 780 quilos de resíduos mensalmente. Com isso, outra sugestão proposta no Plano foi a venda dos pallets de madeira que chegam a empresa como suporte para as matérias-primas. Foi constatado que a empresa recebe aproximadamente 60 pallets/mês, vendendo a unidade para indústrias que recuperam esse tipo de material com o valor de mercado atual em 25,00 reais, é possível que o lucro seja de 1500, 00 por mês.

### **5.3 Aperfeiçoamento de Plano e Monitoramento**

A proposta de aperfeiçoar o Plano de Gerenciamento de Resíduos tem sua base na atual forma de gestão da empresa. Um diagnóstico foi elaborado e verificou-se a necessidade e as

possibilidades que a empresa em questão tinha de melhorias para um gerenciamento mais efetivo e que estivesse dentro das normas e da legislação.

Por motivos legais, a empresa estudada possuía um Plano de Gerenciamento, porém, além de estar desatualizado, já que um PGRS precisa ser atualizado anualmente ou quando, antes desse prazo, a empresa sofre modificações, o Plano de Gerenciamento elaborado nesse empreendimento não estava de acordo com a real situação. A partir disso, foi observado a necessidade de propor melhorias para que a empresa não sofresse penalidades e para que não causasse danos sanitários, ambientais e econômicos.

O PGRS deve conter alguns dados básicos para que as etapas de gerenciamento sejam padronizadas e obedeçam a procedimentos específicos, como requisitos legais e atividades envolvidas no gerenciamento. Levando em conta os requisitos legais que devem conter nesse documento, criou-se os quadros 1, 2, 3 e 4, com as Normas federais, estaduais e municipais que são aplicáveis nesse caso.

**Quadro 1 - Normas aplicáveis do MMA**

| <b>Ministério do Meio Ambiente – MMA</b> |   |
|--|---|
| Lei nº 12.305/10                         | Institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, dispondo seus princípios, objetivos e instrumentos.  |
| Decreto nº 7.404/10                      | Regulamentado pela lei nº 12.305/10, que instituiu Política Nacional dos Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para implantação dos Sistemas de Logística Reversa, além de outras providências. |
| Lei nº 9.605/98                          | Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, além de outras providências.  |

**Fonte:** Autora, 2021.

**Quadro 2 - Normas aplicáveis do CONAMA**

| <b>Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA</b> |  |
|--|--|
| Resolução 401/08                                   | Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional, além dos critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado. |
| Resolução 404/08                                   | Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos.   |
| Resolução 275/01                                   | Estabelece o código de cores para diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva.   |

Fonte: Autora, 2021.

**Quadro 3 - Normas aplicáveis da ABNT**

| <b>Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT</b> |  |
|--|--|
| NBR 14.619   | Rege o transporte terrestre de produtos perigosos, de incompatibilidade química.   |
| NBR 13.221   | Rege o transporte terrestre de resíduos.   |
| NBR 12.235   | Rege o armazenamento de resíduos sólidos perigosos.  |
| NBR 10.004   | Rege a classificação os resíduos sólidos.  |
| NBR 10.006   | Trata dos requisitos exigíveis para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos, visando diferenciar os resíduos classificados na NBR 10004 como classe II A - não-inertes - e classe II B – inertes. |
| NBR 10.007   | Fixa os requisitos exigíveis para amostragem de resíduos sólidos.  |

Fonte: Autora, 2021.

**Quadro 4 - Normas aplicáveis na Bahia**

| <b>Bahia</b>                       |   |
|------------------------------------|---|
| Lei nº 10.431/06                   | Dispõe sobre a proteção ao Meio Ambiente no Estado da Bahia.  |
| Jequié – Lei Complementar nº 03/07 | Fica instituída a Política Municipal do Meio Ambiente de Jequié, a ser implementada de forma interdisciplinar, integrada e participativa, visando assegurar o desenvolvimento sustentável e a manutenção do ambiente propício à vida, em todas as suas formas.  |
| Lei nº 12932/14                    | Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos - PERS, dispondo sobre seus princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos, e estabelece normas relativas à gestão e ao gerenciamento integrados de resíduos sólidos, em regime de cooperação com o setor público, o setor empresarial e os demais segmentos da sociedade civil. |

Fonte: Autora, 2021.

Além das recomendações que já foram implantadas na empresa, existem estratégias que ainda estão em análise para possíveis mudanças. Uma das sugestões para o aproveitamento de resíduos perigosos como a borra de tinta e o PRFV contaminado é método de coprocessamento, tipo de destinação final que consiste no reaproveitamento de resíduos industriais ou misturas de resíduos como substitutos parciais do combustível e/ou da matéria-prima, necessários ao processo de produção de cimento.

Segundo Barbosa (2017), o PRFV e a borra de tinta são compostos altamente comburentes, podendo ser melhores aproveitados no coprocessamento do que acumulados em aterros. A recuperação da energia contida neste resíduo contribui para a conservação de matéria prima não renovável, reduzindo os custos de fabricação. Assim, esses resíduos seriam encaminhados para uma cimenteira e a empresa reduziria os custos com a incineração.

#### **5.4 Pesquisas futuras**

O estudo de caso dessa pesquisa não pode ser generalizado, pois cada empresa do ramo da transformação do plástico gera uma quantidade e tipos diferentes de resíduos, dependendo do polímero utilizado e quais as finalidades das peças geradas. Entretanto, para a indústria de

laminação e da moldagem rotacional utilizando o Polietileno, pode-se, com um estudo de caso, aproximar-se de valores mais reais possíveis. Desse modo, empreendimentos que fabricam pias e tanques de fibra de vidro e tanques de polietileno podem ter um direcionamento geral para pesquisas futuras com relação ao gerenciamento de seus resíduos.

Para que as perdas de matérias-primas, produtos, subprodutos e resíduos sejam as menores possíveis, é necessário aprofundar estudos sobre a reciclagem, reaproveitamento e reutilização. Com isso, há a possibilidade de tratar os produtos com defeito e incorporar os mesmos no processo produtivo. A empresa tem uma perda mensal de, aproximadamente, 140 pias de fibra de vidro, que eram destinadas para um aterro de classe I, e posteriormente passaram a ser destinadas para incineração. A ideia central é que essas pias sejam trituradas e que esse material possa ser estudado para agregar valor na construção civil, por exemplo.

Devido a pandemia da Covid-19 não foi possível iniciar os testes em laboratórios, porém a empresa pretende criar uma parceria com alunos de Engenharia Civil do município de Jequié para que estudos possam ser realizados com os resíduos, sobretudo os que possuem carga mineral, como as pias de fibra de vidro, que utilizam a calcita na sua produção. Outro resíduo que pode ser promissor para ser reaproveitado na fabricação das pias ou no setor civil é o pó do acabamento das pias e tanques de PRFV.

## 6. CONCLUSÕES

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é uma Lei Federal (Lei nº 12.305/10) que tem por objetivo organizar o método como a sociedade gerencia os resíduos gerados. Essa Política integra o poder público, a iniciativa privada e a sociedade civil. Porém, quando se trata da iniciativa privada, essa lei nem sempre é cumprida, fazendo com que a empresa esteja em desacordo com as leis ambientais e gerando resíduos que poderiam ser reduzidos.

Segundo a PNRS, é necessário que os geradores de resíduos sejam responsáveis pela elaboração e execução do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), um documento técnico que busca identificar a tipologia, a quantidade de resíduos e a melhor forma para que os mesmos sejam segregados, coletados, armazenados, transportados e tenham uma disposição final adequada.

A importância da implantação de medidas preventivas para redução de resíduos associada com uma produção mais limpa fica evidente quando observamos os impactos ambientais, sanitários e econômicos que podem ser evitados ou minimizados com a conscientização ambiental e a orientação profissional que a empresa deve manter entre os colaboradores.

Diante do estudo de caso realizado numa indústria que utiliza o processo de moldagem rotacional para fabricação de reservatórios de polietileno e o processo de laminação para a fabricação de pias e reservatórios de fibra de vidro, observamos a relevância que as estratégias de um Plano de Gerenciamento de Resíduos (PGRS) têm para empresas desse segmento e de seguimentos semelhantes.

Constatou-se que os custos da empresa em relação aos seus resíduos foram reduzidos com as novas estratégias propostas, pois o que seria descartado passou a ter valor comercial. Além do impacto econômico, esse Plano também diminui a possibilidade da empresa ser notificada, multada ou até mesmo de perder a Licença de Operação.

Portanto, com o intuito de manter o empreendimento em conformidade com as leis que regem o gerenciamento de resíduos sólidos industriais, reduzir gastos na empresa, melhorar o controle de geração de resíduos direto da fonte geradora e evitar impactos sanitários e ambientais é que a implantação e o aperfeiçoamento de um PGRS se faz necessário.

## BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO – **ABIPLAST**. Perfil 2013 – Indústria brasileira de transformação de material plástico. Disponível em: [http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2019/03/perfil\\_abiplast\\_2014\\_web.pdf](http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2019/03/perfil_abiplast_2014_web.pdf). Acesso em 08 de Junho de 2021.
- ABNT **NBR 10004**: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro-RJ, 2004. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.
- BITTENCOURT, A. P. P.; DUTRA, G. B.; TANCREDI, T. P. **Efeito dos processos de laminação sobre as propriedades físicas e mecânicas de compósitos de resina de poliéster com fibras de vidro**. *Matéria (Rio J.)* [online]. 2016, vol.21, n.4, pp.1021-1031. ISSN 1517-7076. <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-707620160004.0094>.
- BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm), acesso em 29 de Abril de 2021.
- BRASKEM – **Portfólio de Polietilenos para Rotomoldagem**. Disponível em <https://www.braskem.com.br/cms/Principal/Catalogo/Download?CodigoCatalogo=19>, acessado em 03 de maio de 2021.
- COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum. Relatório**. 2.ed. Rio de Janeiro: Editora da FGV, 1991.
- DONAIRE, D. **Gestão Ambiental na Empresa**. São Paulo: Atlas, 1995. Cap. 5.
- GOUVEIA, N. **Saúde e meio ambiente nas cidades: os desafios da saúde ambiental**. *Saúde e sociedade*, v. 8, n. 1, p. 49-61, 1999.
- GRECO, A.; MAFFEZZOLI, A. **Powder-shape analysis and sintering behavior of high-density polyethylene powders for rotational molding**. *Journal of Applied Polymer Science*, v. 92, n. 1, p. 449–460, 2004.
- MARTINS, A. D. O. **Informe Técnico - Indústria de Transformados Plásticos**. 2014. Disponível em: [https://www.bnb.gov.br/documents/88765/89729/iis\\_ano8\\_n02\\_2014\\_plasticos\\_v2.pdf/f48bec04-3500-4e36-ac98-c862d6e0d681](https://www.bnb.gov.br/documents/88765/89729/iis_ano8_n02_2014_plasticos_v2.pdf/f48bec04-3500-4e36-ac98-c862d6e0d681). Acesso em 08 de Junho de 2021.
- PHILIPPI JR, A; ROMERO, M. de A.; BRUNA, G. C. **Curso de Gestão Ambiental**. 2.ed. Barueri, SP: Editora Manole, 2014.
- RIBEIRO, C.; Ribeiro, D.; Alves V. G. (2019). **AS ORGANIZAÇÕES INDUSTRIAIS E O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA AMAZÔNIA**. *InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade*. v.5, n.18, p. 01-13, set./dez. 2019. Disponível em:

<http://www.periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/interespaco/article/view/15724>, acesso em: 30 de abril de 2021.

**RISSON, P. Reaproveitamento de resíduos de laminados de fibra de vidro na confecção de placas reforçadas de resina poliéster. Polímeros, São Carlos, v. 8, n. 3, p. 89-92, 1998**

Disponível em

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010414281998000300012&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010414281998000300012&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em 03 maio 2021.

**SANTOS, C. Prevenção a Poluição Industrial: oportunidades, análise dos benefícios e barreiras. 2005. 304f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.**

**SIMIÃO, J. Gerenciamento de resíduos sólidos industriais em uma empresa de usinagem sobre o enfoque da produção mais limpa. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.**

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIDADE DE DISSERTAÇÃO, TESE, TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO, ESPECIALIZAÇÃO OU MEMORIAL ACADÊMICO NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS (RIUFAL)**

Na qualidade de titular dos direitos de autor da publicação, autorizo ao Repositório Institucional da Universidade Federal de Alagoas (RIUFAL) a disponibilizar, através do site <http://www.repositorio.ufal.br>, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei n. 9610/98, o texto integral da obra abaixo citada, conforme permissões assinaladas, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção de científica brasileira, a partir desta data.

**1 Identificação do material bibliográfico**

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
|   | Dissertação + Produto Educacional |
|   | Dissertação                       |
|   | Tese                              |
| X | Trabalho de Conclusão de Curso    |
|   | Especializações                   |
|   | Memorial Acadêmico                |

**2 Identificação da Dissertação, Tese, TCC, Especialização ou Memorial Acadêmico**

|                    |   |     |                              |
|--------------------|---|-----|------------------------------|
| Autor:             | Bárbara Dias Silva                        |     |                              |
| Lattes             | Bárbara Dias Silva                        |     |                              |
| Lattes Atualizado: | <input checked="" type="checkbox"/>       | Sim | <input type="checkbox"/> Não |
| Orientador(a):     | Prof. Dr. Lívia Maria de Oliveira Ribeiro |     |                              |
| Coorientador(a):   |   |     |                              |

**Membros da Banca:**

|           |                           |
|-----------|---------------------------|
| 1º Membro | Jorge José de Brito Silva |
| 2º Membro | Rodolfo Junqueira Brandão |
| 3º Membro |                           |
| 4º Membro |                           |
| 5º Membro |                           |

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| <b>Data da Defesa:</b>                | 08/09/2021 |
| <b>Titulação: Doutor / Mestre em:</b> |            |

**Título da Dissertação, Tese, TCC, Especialização ou Memorial Acadêmico no idioma original:**

**ESTUDO DE CASO SOBRE O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS EM UMA  
INDÚSTRIA DE TANQUES E PIAS LOCALIZADA EM JEQUIÉ-BA**

**Palavras-chave no idioma original:**

Gerenciamento de resíduos, Resíduos industriais, Impactos, Indústria Química.

**Título da Dissertação, Tese, TCC, Especialização ou Memorial Acadêmico em outro idioma (especifique):**

**CASE STUDY ON WASTE MANAGEMENT IN AN INDUSTRY OF TANKS AND SINKS  
LOCATED IN JEQUIÉ-BA**

**Palavras-chave em outro idioma (especifique):**

Waste management, Industrial waste, Impacts, Chemical Industry.

**Programa de Defesa:**

**Área de conhecimento - CNPq:**

**3 Agência de Fomento:**

**4 Informação de acesso ao documento**

|                           |                                     |       |                          |         |
|---------------------------|-------------------------------------|-------|--------------------------|---------|
| Liberação para publicação | <input checked="" type="checkbox"/> | Total | <input type="checkbox"/> | Parcial |
|---------------------------|-------------------------------------|-------|--------------------------|---------|

**Em caso de liberação parcial, especifique os arquivos restritos:**



A restrição (parcial ou total) poderá ser mantida por até um ano a partir da data de autorização da publicação. A extensão deste prazo requer justificativa junto ao RIUFAL. O resumo e os metadados (elementos referenciais) ficarão sempre disponibilizados.

**5 Endereço do Autor para contato:**

|  |                         |                       |  |
|--|-------------------------|-----------------------|--|
| <b>Logradouro:</b>                             | 1ª Tv. Francisco Mendes |                       |  |
| <b>Nº: 56</b>                                  | <b>Compl.:</b>          | <b>CEP: 45204-690</b> |  |
| <b>Cidade:</b> Jequié                          |                         | <b>Estado:</b> Ba     |  |
| <b>Tel.(s):</b> (82) 998055740/ (73) 991326175 |                         |                       |  |
| <b>E-mail:</b> barbaradias1@gmail.com          |                         |                       |  |
| <b>Data:</b> 08/09/2021                        |                         |                       |  |



**Assinatura do Autor**

RIUFAL  
Repositório Institucional da Ufal