



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS (DENGGE)
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

WILLON JOSÉ TRINDADE FILHO

**PROPOSTAS DE MELHORIA PARA REDUÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS
NEGATIVOS: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE PRODUÇÃO
ARTESANAL DE SABÃO**

ANGICOS/RN

2023

WILLON JOSÉ TRINDADE FILHO

**PROPOSTAS DE MELHORIA PARA REDUÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS
NEGATIVOS: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE PRODUÇÃO
ARTESANAL DE SABÃO**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Thyago de Melo Duarte Borges

ANGICOS/RN

2023

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

T833p Trindade Filho, Willon José.
Propostas de melhoria para redução de impactos ambientais negativos: estudo de caso em uma indústria de produção artesanal de sabão / Willon José Trindade Filho. - 2023.
86 f. : il.

Orientador: Thyago de Melo Duarte Borges.
Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia de Produção, 2023.

1. Produção de sabão. 2. Aspectos e impactos ambientais. 3. Matriz de Leopold. 4. Avaliação do Ciclo de Vida. 5. Software OpenLCA. I. Borges, Thyago de Melo Duarte, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Angicos
Bibliotecário: Helder Romero Maia Duarte
CRB: 15/673

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

WILLON JOSÉ TRINDADE FILHO

**PROPOSTAS DE MELHORIA PARA REDUÇÃO DE IMPACTOS
AMBIENTAIS NEGATIVOS: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE
PRODUÇÃO ARTESANAL DE SABÃO**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semiárido, como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Produção.

Defendida em: 05 / 10 / 2023.

BANCA EXAMINADORA
Documento assinado digitalmente
 **THYAGO DE MELO DUARTE BORGES**
Data: 16/10/2023 12:21:52-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Thyago de Melo Duarte Borges (UFERSA)

Documento assinado digitalmente
 **BRUNA CARVALHO DA SILVA**
Data: 16/10/2023 10:30:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Bruna Carvalho da Silva (UFERSA)

Membro Exa

Documento assinado digitalmente
 **VALQUIRIA MELO SOUZA CORREIA**
Data: 16/10/2023 10:26:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Valquíria Melo Souza Correia (UFERSA)

Membro Examinador

Francisco Ernesto da Costa (In Memoriam)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de iniciar dizendo que à medida que os dias iam se passando, eu pude perceber que sem um sonho que nos motive, inspire e mova nossos instintos, dificilmente conseguiremos alcançar qualquer objetivo. Por isso, agradeço a Deus, tão amado, esquecido e presente, que embora tenha presenciado o emaranhado de fases adotadas por minha personalidade, iluminou meus pensamentos e guiou-me quando nada parecia fazer sentido.

Agradeço a Rosa Maria Leal, alma da minha vida, luz dos meus dias, amor do mais íntimo do meu coração. Obrigado por sua força, esforços e por seu sim diário. Obrigado por seu cuidado, por me guiar no labirinto do desânimo e por sempre me ensinar que sonhos podem transformar quem somos. Estudar ou viver não faria sentido se não fosse para fazer você feliz. Jamais poderei agradecer o suficiente o quanto a minha mãe tem sido importante.

Agradeço a Francisco Ernesto da Costa, uma das pessoas que mais torceu e esperou por este momento. No entanto, Deus precisava tê-lo junto de si. Obrigado por seu amor, cuidado e confiança. Prometo que, enquanto viver, jamais esquecerei dos seus esforços em me fazer sentir amado e importante. Dedicarei todas as minhas conquistas a você.

Agradeço a Maria da Cruz Costa, Lázaro Lemos, Rosana Kátia e Carlos Daniel por serem a família mais especial que alguém poderia ter. A busca por um futuro melhor não faria sentido se não fosse para compartilhar todas as alegrias com vocês. Amo-vos incondicionalmente.

Agradeço a Gilma Cruz Pinheiro, um ser humano incrivelmente forte e inspirador. Serei infinitamente grato por seu sim e consentimento. Sem ela, a construção deste trabalho não seria possível.

Agradeço ao professor Thyago Borges, por ter sido o melhor orientador que qualquer aluno jamais poderia pensar em ter. Obrigado por ser um exemplo de profissional, por toda confiança e por sua essência tão inspiradora, doce e cativante.

Agradeço à professora Samira Yusef por todo incentivo e confiança. Jamais poderei agradecer o suficiente o quanto seu apoio contribuiu para que eu continuasse a acreditar nos meus objetivos, em mim mesmo e no meu próprio potencial.

Em adição, gostaria de ressaltar que poucas coisas são capazes de se assemelhar ou alcançar a perfeição. No entanto, o corpo docente do curso de engenharia de produção da UFERSA Angicos claramente desconstrói ou excede qualquer insinuação que faça esse conceito parecer algo inalcançável. Por isso, obrigado Lucas Ambrósio, Andre Rocha, Luciana

Mello, Bruna Carvalho, Ciro Figueiredo, Natália Vasconcelos, Valquíria Melo, Priscila Jácome e Letícia Soares.

Agradeço ainda a todas as amizades construídas e aqueles que me fizeram rir em dias tempestuosos e me fizeram sentir parte de algo de que serei eternamente grato. Por isso, muito obrigado Almira Azevedo, Gisele Cavalcanti, Felipe Jordão, Valéria Martins, Beatriz Moura, Márcio Dantas e todas as outras amizades construídas ao longo do percurso.

Expressado inteiramente pela intensidade do meu sentimentalismo, agradeço a toda saga Harry Potter, em especial a Hermione Granger e Severo Snape, personagens em quem diariamente me inspirei. Agradeço ainda a Matthew Murdock, Charlie (As vantagens de ser invisível) Elio Perlman, que embora sejam seres fictícios, auxiliaram na moldagem da minha personalidade, permearam meus dias com suas interpretações, motivaram-me a seguir em frente e a sempre ter um propósito pelo qual vale a pena lutar.

Prossigo agradecendo ainda, a todos os poemas e livros lidos, assim como a todas as músicas ouvidas. Obrigado por trazer leveza aos meus dias, por me ajudarem a sempre sonhar e por permear minhas horas com suas frases e melodias tão aconchegantes e necessárias.

Por fim, agradeço as vozes da minha cabeça, minhas fiéis companheiras. Devo muito a vocês.

Com amor, Willon.

“Você precisa ser corajoso e nunca deixar este momento escapar. Então, acredite, pois esta mágica funciona. Apenas acredite.”

Jarvis Cocker, Harry Potter e o cálice de fogo

RESUMO

Desde as primeiras concepções sobre métodos de produção, os recursos naturais têm sido essenciais para impulsionar o crescimento do setor manufatureiro. No entanto, certos segmentos, como a produção de produtos de limpeza, cosméticos e saneantes, têm gerado impactos ambientais cada vez mais prejudiciais, levando à escassez desses recursos. Logo, é crucial adotar métodos de produção mais ambientalmente conscientes e responsáveis. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é elaborar e apresentar propostas de melhorias que possam reduzir a incidência de impactos ambientais negativos ocasionados por uma indústria de produção artesanal de sabão. Para alcançar esse propósito, empregou-se a metodologia do estudo de caso, que por meio de visitas *in loco* e da aplicação de questionários semi-estruturados, possibilitou a identificação dos principais aspectos e impactos ambientais resultantes das operações da empresa. Com esses dados, foi elaborada uma matriz de Leopold, para priorizar os aspectos e impactos ambientais mais críticos. A análise também contou com uma Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) usando o *software OpenLCA*, que forneceu *insights* mais precisos quanto aos impactos ocasionados pela produção da empresa. Os resultados obtidos enfatizaram que os principais aspectos ambientais decorrentes da produção de sabão são a geração de resíduos sólidos, liberação de emissões gasosas para a atmosfera, consumo de recursos naturais e a geração de efluentes. No que diz respeito aos impactos ambientais, foi possível identificar questões relacionadas à degradação da camada de ozônio, contaminação do solo e lençol freático, poluição do ar devido à emissão de odores e impactos na fauna local. Em resposta a esses desafios, foram propostas sugestões de melhorias, como a obtenção da certificação ISO 14.001 e a NBR ISO 14.064, uso de energia renovável, técnicas de controle de emissões atmosféricas, plano de gerenciamento de resíduos e parcerias com recicladoras. Com isso, a conclusão do estudo ressalta que mesmo pequenas indústrias podem causar impactos ambientais negativos. Logo, a matriz de Leopold e a ACV apresentam-se como ferramentas cruciais quando se pretende dar o primeiro passo na busca por uma produção mais ambientalmente responsável. Por fim, o estudo sugere algumas possibilidades para pesquisas futuras, como explorar a conscientização ambiental em microempresas e aplicar a matriz de Leopold em diferentes setores industriais, empresariais, econômicos e outros, para identificar semelhanças e variações nos impactos ambientais.

Palavras-chave: Produção de sabão; Aspectos e impactos ambientais; Matriz de Leopold; Avaliação do Ciclo de Vida; Software OpenLCA.

ABSTRACT

Since the first conceptions of production methods, natural resources have been essential in driving the growth of the manufacturing sector. However, certain segments, such as the production of cleaning products, cosmetics and sanitizing products, have generated increasingly harmful environmental impacts, leading to a scarcity of these resources. Therefore, it is crucial to adopt more environmentally conscious and responsible production methods. Therefore, the objective of this research is to develop and present proposals for improvements that can reduce the incidence of negative environmental impacts caused by an artisanal soap production industry. To achieve this purpose, the case study methodology was used, which, through on-site visits and the application of semi-structured questionnaires, made it possible to identify the main environmental aspects and impacts resulting from the company's operations. With this data, a Leopold matrix was created to prioritize the most critical environmental aspects and impacts. The analysis also included a Life Cycle Assessment (LCA) using the OpenLCA software, which provided more accurate insights into the impacts caused by the company's production. The results obtained emphasized that the main environmental aspects resulting from soap production are the generation of solid waste, release of gaseous emissions into the atmosphere, consumption of natural resources and the generation of effluents. Regarding environmental impacts, it was possible to identify issues related to the degradation of the ozone layer, soil and groundwater contamination, air pollution due to odor emissions and impacts on local fauna. In response to these challenges, suggestions for improvements were proposed, such as obtaining NBR ISO 14.001 and NBR 14.064 certifications, use of renewable energy, techniques for controlling atmospheric emissions, a waste management plan and partnerships with recyclers. Therefore, the conclusion of the study highlights that even small industries can cause negative environmental impacts without proactive and interventional approaches. Therefore, the Leopold matrix and the LCA present themselves as crucial tools when trying to take the first step in the search for more environmentally responsible production. Finally, the study suggests possibilities for future research, such as exploring environmental awareness in micro-enterprises and applying Leopold's matrix in different sectors to identify similarities and variations in environmental impacts.

Keywords: Soap Production; Environmental aspects; Environmental impacts; Leopold's matrix; Life Cycle Assessment; OpenLCA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Estrutura do trabalho.....	22
Figura 2	–	Ilustração do modelo da matriz de Leopold.....	27
Figura 3	–	Estrutura da classificação da pesquisa.....	36
Figura 4	–	Etapas seguidas para construção do trabalho.....	40
Figura 5	–	Processo de derretimento do sebo bovino.....	46
Figura 6	–	Tanque de processamento de matérias-primas.....	47
Figura 7	–	Forno à lenha.....	48
Figura 8	–	Barra de sabão e armazenamento de fardos em estoque.....	49
Figura 9	–	Mapeamento do processo de produção do sabão artesanal.....	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	–	Matriz de cruzamento para classificação do impacto ambiental.....	29
Quadro 2	–	Matriz de Leopold geral (versão 1).....	53
Quadro 3	–	Matriz de Leopold para classificação de impactos ambientais (versão 2).....	56
Quadro 4	–	Escala de nível de risco dos aspectos e impactos ambientais.....	58
Quadro 5	–	Ordem de prioridade para tratamento dos aspectos ambientais.....	60
Quadro 6	–	Síntese dos aspectos e impactos ambientais e propostas de melhorias.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Escala de Magnitude para cruzamento entre aspectos e impactos ambientais...	57
Tabela 2	–	Matriz de Leopold para quantificação de aspectos e impactos ambientais (Versão 3).....	58
Tabela 3	–	Materiais, unidades e densidades para produção do sabão.....	61
Tabela 4	–	Identificação e quantificação dos impactos ambientais gerados pela ACV.....	62
Tabela 5	–	Comparação dos impactos entre o uso de sebo bovino e agente alcalino.....	65

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 Contextualização do Tema.....	16
1.2 Objetivos	18
1.2.1 Objetivo Geral	18
1.2.2 Objetivos Específicos.....	18
1.3 Problema de pesquisa.....	19
1.4 Justificativa	20
1.5 Estrutura do Trabalho	22
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	23
2.1 Gestão Ambiental Empresarial	23
2.1.2 Métodos de identificação de aspectos e impactos ambientais.....	25
2.2 Principais estratégias ambientais adotadas pela indústria de transformação	30
2.3 Estratégias ambientais aplicadas na indústria de saneantes.....	32
3. MÉTODOLOGIA DE PESQUISA	35
3.1 Classificação da pesquisa.....	35
3.2 Procedimento da pesquisa.....	36
3.2.1 Construção do referencial teórico preliminar.....	37
3.2.2 Desenvolvimento do estudo de caso	38
4. ESTUDO DE CASO	41
4.1 Caracterização do local de estudo.....	41
4.2 Descrição das práticas ambientais desempenhadas pela empresa	43
4.3 Processo produtivo do sabão.....	45
4.4 Identificação e análise dos aspectos e impactos ambientais	50
4.4.1 Utilização da Matriz de Leopold	52
4.4.2 Utilização da metodologia da ACV	60
4.5 Propostas de melhorias	65
4.5.1 Emissões atmosféricas (fumaça e odores).....	65

4.5.2 Consumo de recursos naturais (água, energia e produtos florestais)	67
4.5.3 Geração de efluentes líquidos	68
4.5.4 Descarte de restos de embalagens primárias e Geração de resíduos sólidos (cinzas)	69
4.5.5 Descarte de aparas de sabão	70
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	73
REFERÊNCIAS	76
APÊNDICES	86

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo tem como objetivo apresentar, de maneira breve, o conteúdo da pesquisa desenvolvida.

Inicialmente, o capítulo irá apresentar a contextualização do tema e os objetivos geral e específicos. Além disso, também irá abordar o problema e a justificativa da pesquisa, sendo concluído com a apresentação da estrutura do trabalho.

1.1 Contextualização do Tema

Com a globalização e o advento das revoluções industriais, tem-se observado um crescimento alarmante dos impactos ambientais negativos em várias regiões do planeta. Diante desse cenário, é inegável a necessidade de um novo paradigma de produção e consumo que desenvolva práticas ambientais sustentáveis e que promovam a utilização mais consciente e eficiente dos recursos naturais.

De acordo com Martins e Ribeiro (2021), o setor industrial, fonte principal de empregabilidade e responsável pela produção de bens e serviços que atendem as demandas e necessidades de todas as pessoas, estão gerando cada vez mais degradação ambiental, pois a busca demasiada pelo crescimento econômico muitas vezes se sobrepõe à preocupação com a sustentabilidade ambiental, o que pode levar a graves consequências.

De acordo com dados estatísticos levantados por Potenza *et al.* (2023), somente em 2020, a indústria brasileira emitiu um total de 155,4 milhões de toneladas de CO_{2eq} (dióxido de carbono equivalente), somando as emissões industriais alocadas em energia e em processos industriais e uso de produtos. Já em 2021, esse montante subiu para 169,9 milhões de toneladas. Tal estimativa demonstra que a indústria tem sido uma das principais responsáveis pela propagação de gases de efeito estufa, somente em âmbito nacional. A partir disso, é possível perceber o quão necessário tem sido a adoção e implementação de estratégias que tenham a possibilidade de reduzir esses índices, sobretudo para que a existência de um desenvolvimento sustentável se torne, de fato, uma realidade.

Considerando a perspectiva da indústria mundial, o segmento de produção de saneantes, sabão, produtos de limpeza e similares, tem representado uma parcela significativa quanto a participação no mercado consumidor e desempenhado um papel crucial na movimentação da economia global. Levantamentos estatísticos e datados em 2022 demonstram que no Brasil, o segmento industrial da produção de produtos de limpeza é composto, majoritariamente, por microempresas, seguidas de pequenas, médias e grandes empresas, respectivamente. No que se

refere a termos quantitativos, no ano de 2019, o Brasil contava com 2.611 unidades fabris em operação ativa. Já em 2022, a quantidade alcançou 2.764, de modo que desse quantitativo, 2.332 são microempresas, 330 pequenas empresas, 85 médias empresas e 17 grandes empresas (ABIPILA, 2022).

Nesta perspectiva, Silva *et al.* (2014), pontuam que é inegável o fato de que os produtos saneantes desempenham um papel fundamental no dia a dia da maioria das pessoas, facilitando os processos de limpeza e assegurando a saúde e o bem-estar da população através da eliminação de organismos patógenos. No entanto, esse mesmo autor ressalta que o grande problema consiste nas circunstâncias nas quais são fabricados, mais especificamente, quando os processos de fabricação desses produtos desconsideram os principais aspectos ambientais que podem ocasionar impactos ambientais negativos.

Com isso, ao fazer um recorte sob a produção em questão, o sabão em barra representa um dos componentes cuja demanda, ao longo dos últimos cinco anos, mais tem crescido. No ano de 2017 a produção anual de sabão em barra no Brasil era de 158.186 toneladas, enquanto que no ano de 2021 esse quantitativo atingiu a marca de 191.448 toneladas produzidas. Como resultado da continuidade crescente de tais atividades, somente no ano de 2022, o segmento de limpeza doméstica movimentou um montante de US\$ 176 bilhões em vendas no comércio varejista. No mercado global, o Brasil é visto como um importante contribuinte desse setor, respondendo por uma fatia significativa, com cerca de US\$ 6 bilhões das vendas totais (ABIPILA, 2022).

De tal forma, dado o elevado crescimento da indústria de saneantes e produtos de limpeza tanto em escala nacional, como em níveis globais, surge-se a necessidade de se delinear estratégias, medidas e intervenções que possam ser capazes de combater o aumento dos níveis de degradação ambiental proporcionados pela continuidade de suas atividades.

Assim, uma estratégia importante para a identificação, quantificação e caracterização dos níveis de degradação ambiental proporcionados pelo segmento industrial em específico, por indústrias de produção de produtos de limpeza, é a definição de propostas de melhorias a partir da identificação dos aspectos e impactos ambientais presentes nas linhas de produção e nas atividades necessárias para a entrega do produto final (Machado; Silva Rodrigues, 2019).

Segundo Barbieri (2016), aspectos ambientais são elementos das atividades, produtos ou serviços de uma organização que interage ou pode interagir com o meio ambiente de diferentes modos, gerando diferentes tipos de impactos. Ainda segundo o mesmo autor, impacto

ambiental, por sua vez, é uma modificação no meio ambiente, positiva ou negativa, total ou parcial, resultante dos aspectos ambientais da organização.

Nesta perspectiva, conforme destacam Lima, Mariano Neto e Abrahão (2022), a atividade de identificar e caracterizar os aspectos e impactos ambientais em linhas de produção, sobretudo no segmento de produção de saneantes e produtos de limpeza, é crucial tanto para a eficiência das operações em instalações já estabelecidas, quanto para a implementação de novos empreendimentos. Logo, ao identificar corretamente as possíveis alterações e ocorrências ambientais, incluindo aquelas que têm efeitos cumulativos, é possível determinar estratégias sustentáveis e indicar caminhos para mitigar impactos negativos.

De tal forma, o objetivo deste estudo é, portanto, propor melhorias para reduzir os aspectos e impactos ambientais gerados por uma indústria de produção artesanal de sabão, localizada no município de Pedro Avelino/RN, por meio da realização de um estudo de caso. Com base nas informações coletadas, espera-se que as melhorias propostas possam contribuir para a redução dos impactos ambientais negativos e aprimoramento do desempenho ambiental da indústria.

1.2 Objetivos

O presente trabalho será desenvolvido no intuito de alcançar os seguintes objetivos:

1.2.1 Objetivo Geral

Propor melhorias para a redução dos impactos ambientais negativos ocasionados em uma indústria de produção artesanal de sabão.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral do trabalho em questão, alguns objetivos específicos se fazem necessários. Estes concentram sua importância na missão de guiar a pesquisa e auxiliar que cada etapa seja cumprida de maneira controlada, adequada e eficiente, contribuindo assim para o alcance do objetivo geral. Logo, pretende-se cumprir os seguintes objetivos:

- Realizar uma análise da literatura no que tange às estratégias ambientais utilizadas nas indústrias, em especial no segmento de limpeza;
- Mapear o processo de produção artesanal de sabão da indústria estudada;
- Identificar os principais aspectos e impactos ambientais da produção da indústria;
- Classificar os aspectos e impactos ambientais com base na matriz de Leopold;

- Realizar a modelagem do ciclo de vida do sabão produzido pela indústria, utilizando o *software OpenLCA*;
- Propor melhorias para a indústria que possam ser capazes de controlar os aspectos e mitigar os impactos ambientais identificados.

1.3 Problema de pesquisa

Mesmo em pequenas indústrias, a falta de identificação dos aspectos e impactos ambientais oriundos de suas produções podem ser vista como um problema grave, pois, segundo Costa e Figueiredo (2019), aspectos e impactos ambientais são fatores críticos que podem comprometer o desempenho ambiental e a imagem de qualquer empreendimento presente no mercado consumidor. Logo, se não forem realizadas ações que visem controlar e identificar esses fatores, pode-se haver a ocorrência de sérias consequências, dentre elas, o cancelamento da licença ambiental que mantém as operações de uma organização em funcionamento.

Tendo em vista as evidências apresentadas por Freitas (2020), o ramo da produção industrial apresenta grandes chances de gerar problemas econômicos e ambientais por diversos fatores ligados à sua operação, desde equipamentos ineficientes que consomem mais energia do que o recomendado e ainda liberam substâncias poluentes, como também acidentes que ocasionam problemas na área ambiental.

Nesta perspectiva, San Martin, Lunardi e Dolci (2021), pontuam que a preocupação quanto à identificação de aspectos e impactos ambientais tem se tornado um fator determinante para o sucesso ou fracasso de qualquer empreendimento, pois, cada vez mais, as organizações estão sob pressão de clientes, concorrentes, fornecedores, órgãos reguladores e grupos comunitários para implementar práticas ambientalmente corretas.

Para esta linha de raciocínio, Freitas *et al.* (2015), ao realizaram uma revisão de literatura com o objetivo de avaliar os impactos ambientais mais significativos associados às linhas de produção da indústria química, que é responsável pela produção de matérias-primas essenciais para a fabricação de produtos de higiene, limpeza, saneantes e cosméticos, puderam comprovar que indústrias desse segmento têm sido uma das principais geradoras de impactos negativos no meio ambiente, uma vez que suas atividades produtivas tendem a causar uma série de danos à natureza, como a alteração das características do solo, a modificação da qualidade das águas subterrâneas e de rios, a redução da cobertura vegetal, a perda de *habitats* da fauna local, a geração de resíduos sólidos e a alteração da qualidade do ar.

Freire (2023) aponta ainda que, os fenômenos decorrentes da industrialização trazem problemas sérios e se apresentam como um desafio para administradores, gestores e planejadores, uma vez que provocam uma ruptura no funcionamento do ambiente natural, levantam questionamentos quanto à metodologia empregada na administração da organização, estimulam a busca por adequação, e por consequência, para a existência de uma readaptação que molde a linha de produção e torne suas atividades progressivamente mais sustentáveis.

Nesta perspectiva, percebe-se que ao negligenciar e não destinar aos aspectos e impactos ambientais a atenção que merecem, a continuidade das atividades características do setor produtivo, podem gerar consequências ao meio ambiente, tais como emissão de gases poluentes, consumo de recursos naturais e a geração de resíduos sólidos e efluentes. Além disso, a falta de conhecimento sobre a incidência de tais impactos pode levar a uma gestão ineficiente quanto a utilização dos recursos naturais e à adoção de práticas que contribuam para a redução da degradação ambiental, tanto local quanto mundial. Portanto, considerando a importância da identificação dos aspectos e impactos ambientais para a elaboração de estratégias que combatam a degradação ambiental, e em específico no segmento de saneantes, surge a seguinte questão: **Quais seriam as melhores propostas de práticas para a redução de impactos ambientais negativos em uma empresa que produz sabão de forma artesanal?**

1.4 Justificativa

É cada vez mais nítida a importância que as empresas têm dado à responsabilidade social e a adoção de metodologias que tenham a capacidade de reduzir a ocorrência de degradação ambiental em suas linhas de produção. No entanto, ainda há uma grande lacuna quanto à promessa de se adotarem estratégias ambientais e o que realmente é realizado na prática em inúmeras corporações, especialmente, em indústrias de pequeno porte (Borges, 2021).

Há na literatura, inúmeros estudos que evidenciam que as questões ambientais, e mais especificamente, atividades como a identificação e/ou caracterização dos aspectos e impactos ambientais, são, muitas vezes, desconsideradas em processos produtivos ou não recebem a devida atenção que merecem pelos gestores que conduzem as atividades produtivas. Como tal, Silva (2017), ao realizar uma pesquisa *survey* em uma indústria de produção de sabão em uma cidade da Paraíba, a fim de conhecer dentre outras características da empresa, a percepção dos gerentes e colaboradores quanto a adoção de práticas ambientais para o funcionamento da empresa, comprovou, dentre as práticas ambientais investigadas, que em relação a identificação e avaliação de aspectos e impactos ambientais considerados na linha de produção, (66,67%)

dos entrevistados afirmaram que não são realizadas esse tipo de avaliação, o que caracteriza mais um ponto negativo para a organização, enquanto que os outros (33,33%) afirmaram que essa avaliação só foi realizada durante a implantação da fábrica.

Nesse sentido, Bueno e Tagliari (2021), pontuam que se todo empreendimento buscasse realizar a avaliação de seus aspectos e impactos ambientais, verificando seus problemas prioritários e buscando aplicar ferramentas de produção mais sustentáveis, conquistaria-se como perspectiva futura, apenas empreendimentos com tecnologias verdes, processos com melhor fluidez, redução de desperdícios e organizações com logísticas inteligentes.

Diante desse contexto, fica evidente a importância de se investigar os aspectos e impactos ambientais incididos pelo segmento industrial no que se refere a existência positiva de uma gestão ambiental presente e eficiente.

Para tal, este estudo se justifica com base na necessidade de tornar a responsabilidade ambiental uma atividade mais frequente, principalmente em indústrias de pequeno porte que se destinam em específico, à produção artesanal de sabão.

A construção deste estudo revela sua importância, tanto para a academia em geral quanto, especificamente, para a Universidade Federal Rural do Semiárido. Pois promove a disseminação de conhecimentos, fomenta o incentivo à pesquisa científica e estimula a aplicação de técnicas didáticas e metodológicas para a elaboração de trabalhos científicos. Além disso, contribui para o avanço do conhecimento e fornece uma base teórica para pesquisas futuras, estimulando debates sobre temas importantes, como a preservação ambiental.

Em adição, este estudo torna-se igualmente importante para o curso de Engenharia de Produção da UFERSA, campus Angicos, pois enfatiza a aplicação prática de conhecimentos adquiridos com as disciplinas ao longo do curso, eleva o número de produções científicas desenvolvidas pelo programa, além de servir como um exemplo concreto da aplicação das habilidades teóricas e práticas, de resolução de problemas e de pensamento crítico desenvolvidas durante a graduação. Além disso, alinhado com possíveis demandas enfrentadas por profissionais da Engenharia de Produção, este trabalho pode fornecer dados relevantes para possibilitar, com criatividade e eficiência, a resolução de problemas que ocorrem no mundo real.

Por fim, o estudo se torna também relevante para a empresa em que foi desenvolvido, uma vez que destaca que quando uma indústria se preocupa com a incidência dos impactos ambientais causados por suas produções, haverá uma contribuição para a preservação do meio ambiente, atendimento à legislação, melhoria da imagem da indústria perante o mercado e os

consumidores, além de estimular a oportunidade de inovação. Assim, a elaboração do trabalho se torna importante para a empresa de produção de sabão por evidenciar os benefícios da colaboração entre a academia e o setor empresarial, demonstrando como essa parceria pode impulsionar o desenvolvimento de soluções inovadoras para enfrentar desafios complexos, criando, assim, oportunidades para o crescimento mútuo.

1.5 Estrutura do Trabalho

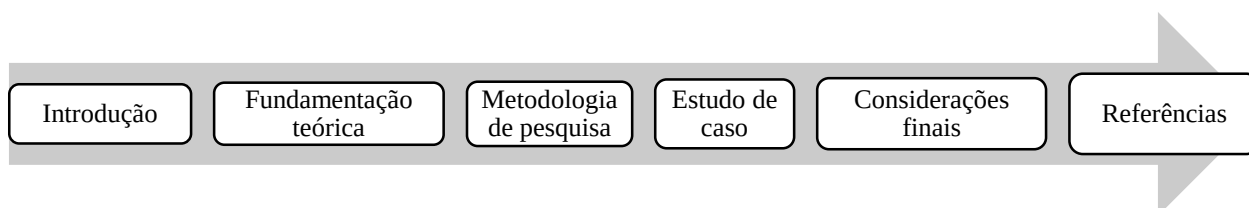
A estrutura do presente trabalho é caracterizada, pela introdução, que é a seção de abertura e cujo propósito consiste na apresentação do tema do trabalho, a contextualização da pesquisa, os objetivos, a problemática abordada, justificativa da pesquisa e a estruturação do trabalho.

Em seguida, tem-se a seção da fundamentação teórica (capítulo 2). Esta por sua vez, compreende a segunda seção do trabalho, onde será apresentado os estudos e teorias já existentes sobre o tema abordado no trabalho. Depois da fundamentação teórica, encontra-se a seção da metodologia de pesquisa (capítulo 3), que explica como o trabalho foi realizado e construído, sua natureza e os métodos que o embasaram.

Dando continuidade, encontra-se o capítulo 4, que apresenta o estudo de caso, onde se caracteriza o local de estudo e descrevem-se as práticas ambientais executadas pela empresa. Adicionalmente, o capítulo engloba uma subseção que detalha o processo de fabricação do sabão e identifica os aspectos e impactos ambientais inerentes a esse processo produtivo. O capítulo contém ainda, a elaboração da matriz de Leopold, onde se avalia os aspectos e impactos ambientais identificados. Em sequência, o capítulo prossegue com a criação de uma ACV utilizando o *software OpenLCA*, encerrando-se com a apresentação de sugestões de melhorias que a empresa em estudo pode adotar.

Por fim, o trabalho é concluído com a seção de considerações finais, onde são resumidos os resultados obtidos, destacadas as dificuldades enfrentadas e apontadas as oportunidades para futuras pesquisas. A Figura 1 ilustra a estrutura do trabalho.

Figura 1 – Estrutura do trabalho



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O objetivo deste capítulo consiste em descrever os conceitos e teorias que irão embasar o estudo.

2.1 Gestão Ambiental Empresarial

Os recursos naturais têm sido amplamente explorados pelas empresas, resultando em preocupações crescentes nos últimos anos sobre os problemas ambientais e de como esses problemas têm afetado a qualidade do meio ambiente em todo o planeta. Como tal, surge-se o conceito de “gestão ambiental empresarial” (Freitas Mota *et al.*, 2021).

Nesta perspectiva, Dias e Santos (2021) evidenciam que no âmbito corporativo, a gestão ambiental empresarial introduz uma abordagem inovadora de gerenciamento empresarial, totalmente focada na questão ambiental. De forma ativa, ela se empenha em colocar em prática ações que visam reduzir os impactos da empresa sobre o meio ambiente, por meio da implementação de práticas sustentáveis em suas operações.

Jabbour e Jabbour (2013) definem a gestão ambiental empresarial como sendo a adoção de práticas gerenciais de planejamento e organização, de gestão operacional (em desenvolvimento de produtos e processos) e de comunicação que objetivam a melhoria da relação entre a organização e o meio ambiente, reduzindo impactos ambientais e aproveitando os benefícios associados à melhoria do desempenho ambiental.

Assim sendo, fica evidente que a gestão ambiental empresarial é essencial para que as empresas considerem o meio ambiente em suas operações (Fagundes; Veiga; Souza, 2020). No entanto, como o setor industrial depende principalmente dos recursos naturais como matéria-prima, torna-se ainda mais importante que as empresas concentrem seus esforços na gestão ambiental, identificando seus aspectos ambientais e buscando reduzir os impactos negativos que suas linhas de produção podem causar ao meio ambiente (Alves *et al.*, 2022).

Logo, a conscientização sobre o meio ambiente no contexto empresarial surge, principalmente, quando se analisa de forma mais abrangente as atividades produtivas da empresa e como suas operações afetam o meio ambiente (Trindade, 2019). Tais operações, quando se relacionam com o meio ambiente e levam a ocorrência de impactos ambientais positivos ou negativos, são conhecidas como “aspectos ambientais” (Assunção *et al.*, 2023).

A NBR ISO 14001 (ABNT, 2015) aborda o conceito de aspecto ambiental como sendo um elemento das atividades ou produtos ou serviços de uma organização que pode interagir

com o meio ambiente. Logo, é uma característica crucial a ser considerada por uma organização que busca por responsabilidade ambiental.

Em adição, Lopes (2020) pontua que aspecto ambiental é todo evento que interage com o meio ambiente, causando ou podendo causar impactos ambientais, positivos ou negativos. Este mesmo autor ressalta que a identificação tanto dos aspectos, quanto dos impactos ambientais, oferece um maior controle sobre o processo de gestão e tomada de decisões que visem o controle de atividades antrópicas que ofereçam risco ao meio ambiente.

Para Rios (2014), aspectos significativos são aqueles que têm ou podem ter impactos ambientais significativos. Para a determinação dos aspectos ambientais, leva-se em consideração todas as atividades e tarefas do processo produtivo, avaliando-se seus respectivos impactos ambientais.

Sánchez (2013) esclarece que a emissão de poluentes e geração de resíduos são situações típicas descritas como aspectos ambientais. Ainda, segundo Sánchez (2013), produzir efluentes líquidos, poluentes atmosféricos, resíduos sólidos, ruídos ou vibrações não é o objetivo das atividades humanas, mas esses aspectos estão indissociavelmente ligados aos processos produtivos, sendo assim, elementos dessas atividades ou serviços. Logo, os elementos que podem interagir com o ambiente são chamados de aspectos ambientais.

Nesta perspectiva, quando uma determinada atividade que interage com o meio ambiente ocasiona a perpetuação de alguma perturbação ao meio natural, há então, a existência de um “impacto ambiental”. Segundo a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) número 01, de 23 de janeiro de 1986, considera-se impacto ambiental como sendo:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - a qualidade dos recursos ambientais.

De acordo com Sánchez (2013), impacto ambiental é um conceito amplo e que difere substancialmente e distintamente de poluição. Ainda para este autor, enquanto poluição tem somente uma conotação negativa, o impacto ambiental pode ser benéfico ou adverso (positivo ou negativo). Os impactos ambientais são positivos, quando resultam em melhorias para o ambiente, ou negativos, quando essas alterações causam algum risco para o ser humano ou para os recursos naturais encontrados no ambiente (Finkler *et al.*, 2018).

Diante desse contexto, Prestes e Vincenci (2019), esclarecem que os impactos ambientais são exclusivamente ocasionados por confrontos diretos ou indiretos entre o homem e a natureza. A busca do homem por maior domínio, maior produtividade, causam danos irreparáveis ao meio ambiente.

2.1.2 Métodos de identificação de aspectos e impactos ambientais

Ao longo dos últimos anos, a preocupação com o meio ambiente tem crescido consideravelmente, o que tem levado a uma maior atenção quanto à busca por metodologias que auxiliem na avaliação dos impactos ambientais incididos pelas atividades humanas, sobretudo, na indústria de transformação.

Segundo dados obtidos a partir de uma pesquisa contratada pelo Instituto de Tecnologia e Sociedade do Rio (ITS-Rio) e executada pelo IPEC - Inteligência em Pesquisa e Consultoria, realizada entre os anos de 2020 e 2021, em termos nacionais, a preocupação que os brasileiros têm com o meio ambiente se mostra alta, dado que tanto em 2020 quanto em 2021, 61% declararam que este é um tema que os preocupa muito. Comparando esses anos, em 2021, 26% se disseram preocupados com o assunto, 11% um pouco preocupados e apenas 3% disseram se sentir nada preocupados – percentuais próximos aos observados em 2020 (25%, 10% e 4%, respectivamente).

Dada a crescente preocupação da sociedade com as questões ambientais, empreendimentos e organizações de diversos segmentos têm buscado formas e metodologias para desempenhar suas operações de modo a considerar a avaliação dos impactos ambientais incididos por suas atividades. Tais metodologias se mostram relevantes por permitirem quantificar os efeitos dessas atividades sobre o meio ambiente e fornecer subsídios para o planejamento e a tomada de decisões em relação à gestão ambiental que rege o funcionamento da empresa (Vilela Júnior; Demajorovic, 2020).

De acordo com Jesus *et al.* (2021), os métodos utilizados para a avaliação de aspectos e impactos ambientais permitem, antes de tudo, a sua organização, identificação, análise e comparação, auxiliando na busca por formas mais eficazes quanto aos efeitos que suas ocorrências possam originar. Além disso, estas metodologias contribuem para o desenvolvimento de projetos, a fim de realizar o monitoramento e a mitigação e auxiliam na busca por compreensão ambiental apropriada, com o intuito de alcançar o desenvolvimento sustentável.

Com isso, diversos estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de elaborar ou aprimorar métodos e alternativas que o segmento industrial pode adotar para viabilizar a identificação de aspectos e impactos ambientais. Dentre eles, o estudo desenvolvido por Oliveira (2017) evidenciou que a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é um dos principais métodos utilizados para avaliar e estimar aspectos e impactos ambientais, visto que esta é uma ferramenta utilizada para tomada de decisões quanto aos insumos inseridos na confecção de inúmeros produtos e aos problemas decorrentes dos impactos ao meio ambiente ao longo de suas cadeias produtivas.

De acordo com a NBR ISO 14040 (2009), a ACV considera todo o ciclo de vida de um produto, desde a extração e aquisição de matérias-primas, através da produção de energia e materiais, passando pela manufatura, uso, tratamento de fim de vida até a disposição final. Além disso, a ACV enfoca os aspectos e impactos ambientais de um sistema de produto.

Além disso, Contartesi, Melchiades e Boschi (2019) consideram que por meio da ACV é possível mapear os aspectos ambientais e os impactos potenciais associados a um produto ou processo através do levantamento de tudo que entra e sai do sistema, desde a extração das matérias-primas (berço) até a disposição do produto final (túmulo). Logo, este autor pontua que a ACV deve servir, não como fim, mas como ferramenta para identificar, dentro de uma análise ampla do processo, as etapas mais críticas. A partir dessa informação, será possível identificar oportunidades de melhoria no desempenho ambiental e redução dos impactos, a fim de concretizar ações que tornem o processo e os produtos mais sustentáveis.

De tal forma, com a intensa discussão envolvendo os assuntos de sustentabilidade, muitas organizações têm buscado formas de alcançá-la por meio da identificação dos aspectos ambientais e redução dos impactos ambientais (Riegel; Staudt; Daroit, 2012). Nesse contexto, a ACV tem se mostrado uma ferramenta importante para medir os impactos ambientais ao longo de todo o ciclo de vida de um produto ou processo. Com isso, o *software OpenLCA* tem sido uma das opções mais populares para realizar essa avaliação, permitindo que as empresas identifiquem pontos críticos e áreas de melhoria em seus processos produtivos, além de auxiliar na condução de direções que levem a tomada de decisões mais conscientes e sustentáveis (Araújo, 2023).

O *openLCA* é um *software* gratuito e profissional de ACV com uma ampla gama de funções e bancos de dados disponíveis, criado pela *Green Delta*. Ele permite a modelagem de sistemas de ciclo de vida, com a capacidade de calcular indicadores ambientais, sociais e econômicos, com mecanismos que fornecem a caracterização de diferentes elementos

específicos, que permitem e facilitam a modelagem do ciclo de vida de diversos produtos (Greendelta, 2022).

De acordo com Rodrigues (2021), o *OpenLCA* possibilita o gerenciamento de informações de ACV e, por se tratar de uma ferramenta de acesso gratuito, é recomendada pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT) para a troca de dados.

Em continuidade, outra alternativa considerada relevante para a identificação de aspectos e impactos ambientais é a matriz de Leopold. Pois, de acordo com Sánchez (2013), a matriz de Leopold é uma ferramenta que identifica e analisa as interações entre as atividades de um empreendimento e os elementos ambientais relevantes para sua operação. Ainda segundo Sánchez (2013), esta matriz oferece uma visão abrangente das relações entre o empreendimento e o ambiente, permitindo identificar suas atividades e avaliar se seus aspectos ambientais proporcionam a geração de impactos negativos que possam afetar a qualidade do ar, solo, água, biodiversidade, recursos naturais e comunidades locais.

Ao explicar o funcionamento da matriz de Leopold, Stein *et al.* (2018) evidenciam que esta consiste em, primeiramente, assinalar todas as possíveis interações entre as ações e os fatores das operações de uma empresa para, em seguida, estabelecer, em uma escala variável, a magnitude e a importância de cada impacto, identificando, posteriormente, se o mesmo é positivo ou negativo. Esses autores seguem relatando que, ao final, calcula-se o índice global de impacto ambiental resultante do somatório de todos os fatores que compõem uma célula. A Figura 2 ilustra um exemplo geral de uma das estruturas que podem ser adotadas para a construção da matriz de Leopold.

Figura 2 – Ilustração do modelo da matriz de Leopold

MATRIZ DE LEOPOLD ADAPTADA									
Atividades	Aspectos Ambientais							MÉDIAS	ÍNDICE FINAL
	Aspecto Ambiental "1"						Aspecto Ambiental "n"		
Atividade "1"									
.....									
.....									
.....									
Atividade "n"									
Magnitude  Importância									

Fonte: Silva e Moraes (2012)

A matriz de Leopold tem como objetivo sistematizar, organizar e apresentar os aspectos ambientais decorrentes das atividades de uma organização específica, juntamente com seus

respectivos impactos ambientais. Através dessa análise, é possível criar uma tabela com uma pontuação que determinará a relação do impacto com o meio ambiente, considerando sua magnitude e frequência de ocorrência. Essa abordagem permite uma priorização dos impactos mais urgentes, facilitando o direcionamento de recursos e esforços para ações de mitigação e controle (Franzosi, 2017).

Cavalcante e Leite (2016) esclarecem que a Matriz de Leopold torna-se importante por permitir, sobretudo, o diagnóstico da situação atual das atividades desempenhadas por uma determinada empresa, servindo como banco de dados para a elaboração de um plano de controle ambiental, criando prioridades a serem controladas e formulando diretrizes a serem seguidas. Esses autores destacam que para a construção da matriz, inicialmente, lista-se as principais atividades produtivas de uma empresa, e, associada a elas, os aspectos e impactos ambientais decorrentes de suas ocorrências. Posteriormente, segundo os mesmos autores, são analisados e classificados, de maneira separada, os aspectos ambientais, identificando se é um aspecto normal, anormal ou emergencial.

Um aspecto ambiental classificado como Normal (N), é aquele decorrente de atividades normais, regulares e rotineiras da empresa. Um aspecto Anormal (A), é aquele que ocorre devido a atividades de manutenção, paradas, reformas, testes, entre outras situações. Já um aspecto considerado Emergencial (E), ocorre em situações ou atividades não planejadas e de emergência, que podem apresentar potencial para causar perigo ou risco (Potrich; Teixeira; Finotti, 2007).

Na matriz de Leopold, os impactos ambientais, por sua vez, são avaliados quanto à sua severidade, frequência e classificação. De acordo com Cavalcante e Leite (2016), uma severidade Baixa (B), é aquela que possui uma abrangência local, com potencial de ocasionar degradação ambiental sem consequências para o negócio ou para a imagem da empresa, sendo totalmente reversível por meio da aplicação de ações de controle. Ainda para Cavalcante e Leite (2016), a severidade Média (M) descreve um impacto ambiental de alcance regional e magnitude moderada, capaz de causar degradação ambiental com consequências para o negócio e para a imagem da empresa. No entanto, esses impactos podem ser revertidos com a implementação de ações de controle apropriadas. Já a severidade Alta (A) representa um impacto ambiental de alcance global e de grande magnitude, que leva a ocorrência de degradação ambiental com consequências financeiras e de imagem para a empresa irreversível, mesmo com a implementação de ações de controle.

A Frequência do impacto ambiental, conforme destacado por Potrich, Teixeira e Finotti (2007), trata-se da regularidade com que um determinado impacto ocorre. Os autores estabelecem uma classificação em três níveis: Frequência Baixa (B), que denota a presença de procedimentos, controles e gerenciamento adequados dos aspectos ambientais, com um número limitado de aspectos associados ao impacto; Frequência Média (M), indicando ocorrências mais frequentes, com inadequações nos procedimentos e um número moderado de aspectos ambientais relacionados; e Frequência Alta (A), representando impactos diários, ausência de procedimentos e um elevado número de aspectos ambientais associados.

Para realizar a classificação dos impactos ambientais (última coluna da matriz), aplica-se o método de cruzamento de critérios de análise. Segundo Cavalcante e Leite (2016), esse método consiste em relacionar os critérios de Severidade e Frequência para determinar a classificação de um impacto ambiental. Por exemplo, se um impacto ambiental apresenta baixa severidade e média frequência, ele será classificado como tendo uma baixa significância. O Quadro 1 apresenta a metodologia utilizada para realizar esse cruzamento.

Quadro 1 – Matriz de cruzamento para classificação do impacto ambiental

SEVERIDADE	FREQUÊNCIA		
	ALTA	MÉDIA	BAIXA
ALTA	Alta-significância	Média-significância	Média-significância
MÉDIA	Média-significância	Média-significância	Baixa-significância
BAIXA	Média-significância	Baixa-significância	Baixa-significância

Fonte: Adaptado de Cavalcante e Leite (2016)

Além da ACV e da matriz de Leopold como alternativas para identificação de aspectos e impactos ambientais, os autores Martins e Carmo Júnior (2018), que ao realizarem uma revisão sistemática quanto o uso de métodos para a identificação de aspectos e impactos ambientais, comprovaram que outras metodologias mais usuais para tais avaliações são: *AdHoc* espontâneo (identifica os impactos ambientais por meio do *brainstorming*), Listas de controle – *Checklist* (refere-se à elaboração de uma lista de impactos ambientais), Matrizes de interação (consiste em técnicas bidimensionais que relacionam ações com fatores ambientais), Redes de Interação (estabelecem as relações do tipo causa-condições-efeito que os impactos ocasionam), Superposição de mapas - *Overlay Mapping* (consiste na montagem de uma sequência de mapas temáticos, sendo que em um destes há uma indicação de uma característica cultural, social e física que refletem um impacto) e Modelos de simulação (correspondem à modelos matemáticos que tem por finalidade representar, da forma mais próxima à realidade, a estrutura e o funcionamento dos sistemas ambientais).

Ainda, o estudo desenvolvido por Prestes e Vincenci (2019) apontam como método relevante para a avaliação de impactos ambientais, a utilização de bioindicadores. Para os autores, um indicador é uma característica do ambiente que, quando medida, quantifica a magnitude do estresse, características do *habitat*, grau de exposição ao agente estressor, ou ainda, o grau de resposta ecológica à exposição. Para Prestes e Vincenci (2019), os bioindicadores podem ser divididos em: indicadores ambientais, indicadores ecológicos e indicadores de biodiversidade.

Por fim, Jesus *et al.* (2021), ao analisarem os métodos de avaliação de impactos ambientais por meio de uma revisão bibliográfica, concluíram que para a realização de tal análise, os métodos de *checklist* (listagem), que consiste em uma listagem de aspectos e critérios ambientais importantes, e a também já abordada matriz de Leopold, que incluem parâmetros de avaliação com métodos de identificação de atividades importantes que irão causar impactos de grande intensidade, são apropriados para serem aplicados nas indústrias por se complementarem. O método de Leopold é adequado para auxiliar a definir os impactos de segunda e terceira ordem indiretos que não são possíveis de serem determinados no método de *checklist*, podendo indicar medidas mitigadoras mais assertivas.

2.2 Principais estratégias ambientais adotadas pela indústria de transformação

Diversos são os programas e estratégias ambientais que têm sido adotados no segmento empresarial, com o intuito de não somente preservar o meio ambiente global, mas também evitar a ocorrência de crimes ambientais e prejuízos financeiros à própria organização (Garcia; Salvador; Maintinguer, 2022).

Vieira *et al.* (2021) pontuam que a adoção de estratégias ambientais tem ganhado destaque dentro do ambiente industrial, por apresentar potencial de geração de vantagem competitiva. Nesta perspectiva, uma das estratégias amplamente utilizadas por organizações de diversos segmentos e que se preocupam com as questões ambientais, é a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA). De acordo com a NBR ISO 14001 e complementado por Barsano e Barbosa (2014), um SGA é a parte do sistema de gestão global que inclui estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental de uma organização.

Nesta linha de raciocínio, Santos (2022) deixa claro que o SGA transfigura-se em uma ferramenta de gerenciamento contínuo das ações de uma organização, em busca de um

desempenho de acordo com as normas e as exigências ambientais, visando a proteção do meio ambiente.

Associado ao contexto da implementação do SGA, outra estratégia considerada relevante e amplamente explorada em diversos estudos é a busca por certificações ambientais. Pois, a certificação é uma forma de assegurar à sociedade que as empresas mantêm sua produtividade sem prejudicar o meio ambiente e que suas ações estão condizentes com a proteção eficiente dos recursos naturais (Santos, 2022).

Em termos conceituais, certificação ambiental é um sistema de validação, não estatal e opcional para uma entidade. É por meio dela que se garante a procedência do item e a conformidade com padrões, normalmente relacionados a elementos ambientais, sociais e financeiros que, conseqüentemente, seguem princípios de sustentabilidade (Tripoli; Prates, 2015; Barros, 2022).

Vieira *et al.* (2021), ao realizar um estudo quanto a aquisição de certificação ambiental como estratégia competitiva para o segmento empresarial, constatou que as empresas se mostram dispostas a utilizar a certificação ambiental como estratégia de negócio, principalmente, a NBR ISO 14001, uma vez que é a única norma da família 14.000 passível de certificação, se esforçando para estruturar o ambiente de trabalho e alinhar a cultura e objetivos organizacionais aos princípios propostos pela certificação. Segundo os autores, por meio da certificação ambiental, as empresas têm a oportunidade de aprimorar seus processos de produção, reduzir seus custos e, principalmente, ganhar maior visibilidade de imagem.

Uma outra estratégia considerada relevante é a adoção das práticas de Produção Mais Limpa (P+L) nas linhas produtivas de várias organizações. Pois, de acordo com Jabbour e Jabbour (2013), a metodologia (P+L) tem como objetivo identificar e quantificar a geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos e/ou emissões atmosféricas, a fim de buscar alternativas para minimizar ou evitar o consumo de matérias-primas, energia e água, ou de reutilizar (internamente ou externamente), a partir da lógica da análise do modelo de transformação (entrada/processamento/saída da macro-operação e de suas micro-operações).

Uma estratégia ambiental adicional que tem sido amplamente adotada por organizações comprometidas com práticas ambientais em suas operações, é a implementação de um modelo de economia circular. Pois, de acordo com Carvalho (2021), contrapondo ao modelo linear, em que o crescimento econômico é associado ao consumo de recursos naturais, a economia circular é restaurativa e regenerativa desde o princípio. Para Carvalho (2011), esse modelo de economia tem como objetivo a manutenção do uso e valor dos produtos, componentes e materiais durante

todo o tempo. Esses autores seguem argumentando que é um modelo que otimiza o fluxo de bens e produtos e, com isso, maximiza o aproveitamento dos recursos naturais e minimiza a geração de resíduos.

Por fim, vale ressaltar como mais uma estratégia ambiental relevante, a importância da implementação de medidas e sistemas para promover a eficiência energética na indústria. Essa abordagem visa estimular o uso de energias renováveis e reforçar o compromisso das organizações com a sustentabilidade, o que posteriormente contribuirá para a preservação dos recursos ambientais e redução dos impactos negativos no meio ambiente (Serra, 2018). O conceito de eficiência energética no contexto da indústria está relacionado a filosofia de uso otimizado dos recursos energéticos sem alterar a sua produção, buscando, em síntese, explorar as possibilidades de redução do consumo de energia, bem como suas vantagens econômicas e ambientais, tanto na parte térmica como elétrica (Bessa Neto; Sombra Jr; Guerra, 2021).

De acordo com Margarido, Oliveira e Oliveira (2021), a busca por eficiência energética, além de proporcionar benefícios econômicos na produção e logística, pode favorecer na qualidade dos produtos finais e serviços, uma vez que a busca por novas tecnologias mais eficientes pode proporcionar menos erros e problemas nos produtos devido aos processos produtivos.

2.3 Estratégias ambientais aplicadas na indústria de saneantes

Diante do grande consumo de recursos naturais, do aumento populacional e do crescimento industrial, cada vez mais organizações têm buscado incorporar em suas estratégias o conceito de sustentabilidade e produção mais limpa. Tal necessidade nasce, sobretudo, em virtude dessas organizações serem alvo de novas expectativas quanto às suas responsabilidades para com a sociedade, uma vez que são vistas como agentes que dispõem de recursos tecnológicos e financeiros para uma atuação mais rápida, efetiva e eficaz na solução dos problemas ambientais e sociais (Martins; Conti; Lisboa, 2020).

Nesta perspectiva, percebe-se que a atividade industrial, por seu alto consumo de recursos naturais, grande consumo de água e energia e geração de resíduos, possui um papel considerável quanto à dispersão de substâncias tóxicas ao meio ambiente. Assim, como resultado, é cada vez mais urgente e necessário que a indústria promova mudanças em suas práticas para tratar adequadamente os problemas ambientais que são gerados em suas operações.

Araújo (2022) pontua que a produção de sabão é uma das atividades industriais que pode gerar impactos significativos ao meio ambiente, principalmente, em relação ao consumo de água e energia, bem como ao descarte de resíduos tóxicos. Logo, tal segmento não está completamente isento de sua parcela de contribuição para a incidência de impactos ambientais negativos.

Por outro lado, Romero *et al.* (2022) evidenciam que a produção de sabão traz diversas vantagens ambientais, econômicas e sociais: (i) o sabão pode ser produzido a partir de óleo e ou gorduras usados, que muitas vezes seriam descartados incorretamente atuando como um poluente ambiental; (ii) o custo associado à produção de sabão é relativamente baixo, principalmente quando a matéria-prima principal, o óleo ou a gordura, é oriunda de reciclagem; (iii) a produção e comercialização de sabão artesanal pode contribuir para a geração de empregos, principalmente, para mulheres e homens em situação de vulnerabilidade social.

Fundamentado pela literatura existente, diversos estudos têm sido realizados com o objetivo de evidenciar e externalizar a possibilidade de estratégias ambientais que indústrias que atuam produzindo sabão podem adotar para o controle de seus aspectos e mitigação de impactos ambientais negativos. Dentre eles, o estudo desenvolvido por Dantas (2021), que ao caracterizar estratégias ambientais adotadas por uma empresa de produtos de limpeza, concluiu que a utilização de energias renováveis, como a energia solar, a reutilização de algumas embalagens dos produtos, o tratamento dos efluentes, e a reutilização de parte da água utilizada no processo produtivo são metodologias que proporcionam uma diminuição na ocorrência de aspectos e impactos ambientais.

Duarte *et al.* (2020), ao desenvolverem um estudo com o objetivo de propor a redução de impactos ambientais por meio da produção de sabão, sugerem como proposta de estratégia ambiental, a possibilidade de criação de convênios ou parcerias com indústrias de produção de laticínios, afim de estabelecer uma troca de benefícios e adquirir com eles a gordura gerada na produção de leite, pois, segundo os autores, a partir da gordura encontrada no laticínio, há a possibilidade de realização de uma reação chamada de saponificação. Esta reação é necessária para a produção do sabão. Logo, uma das maneiras de realizar essa reação é através do reaproveitamento da gordura originada nos processos produtivos de laticínios e que chega no sistema de tratamento de efluentes, onde fica retida na caixa de gordura.

Por fim, merece ênfase o estudo desenvolvido por Felipe (2022), que evidencia a importância de se utilizarem técnicas de reciclagem de óleo de cozinha em escala industrial e em grandes quantidades como alternativa para a redução de impactos ambientais durante a

produção de sabão, visto que esta é uma das matérias-primas primordiais na confecção deste produto. O referido autor concluiu que a possibilidade de aquisição de óleo de cozinha por indústrias de sabão, é uma alternativa extremamente importante para a redução de poluição do solo e dos recursos hídricos.

3. MÉTODOLOGIA DE PESQUISA

O capítulo intitulado “Método de Pesquisa” tem como objetivo principal apresentar detalhadamente a metodologia empregada na construção do trabalho, bem como as abordagens utilizadas para a coleta de dados que servirão como base para o desenvolvimento do corpo do trabalho. Essa seção é dividida em duas subseções principais: Classificação da Pesquisa e Procedimento da Pesquisa.

3.1 Classificação da pesquisa

Esta pesquisa caracteriza-se por sua natureza aplicada, sendo classificada como qualitativa e utilizando dos modos descritivos/exploratório para desenvolver e apresentar o estudo de caso realizado.

Segundo Turrioni e Mello (2012), a pesquisa aplicada caracteriza-se por seu interesse prático, isto é, que os resultados sejam aplicados ou utilizados imediatamente na solução de problemas que ocorrem na realidade. Nesse sentido, a pesquisa em questão pode ser considerada como aplicada, uma vez que envolveu visitas *in loco* e a aplicação de questionários semi-estruturados para facilitar a coleta de informações, com o objetivo de resolver um problema específico em uma empresa específica de produção artesanal de sabão.

De acordo com Marconi e Lakatos (2022), tratando-se da abordagem qualitativa, esta se preocupa em analisar e interpretar aspectos mais profundos, tendo como características principais explorar os fenômenos em profundidade, ser realizada basicamente em ambientes naturais, haver interesse no significado dos dados colhidos e não se valer de cálculos estatísticos. Nessa perspectiva, este estudo adota uma abordagem qualitativa, uma vez que seu objetivo é aprofundar-se nas características da indústria de produção artesanal de sabão, coletando o máximo de informações possíveis para compor um banco de dados qualitativos que facilite a proposição de melhorias para as atividades da empresa do estudo de caso, atividades estas que mais geram impactos ambientais negativos.

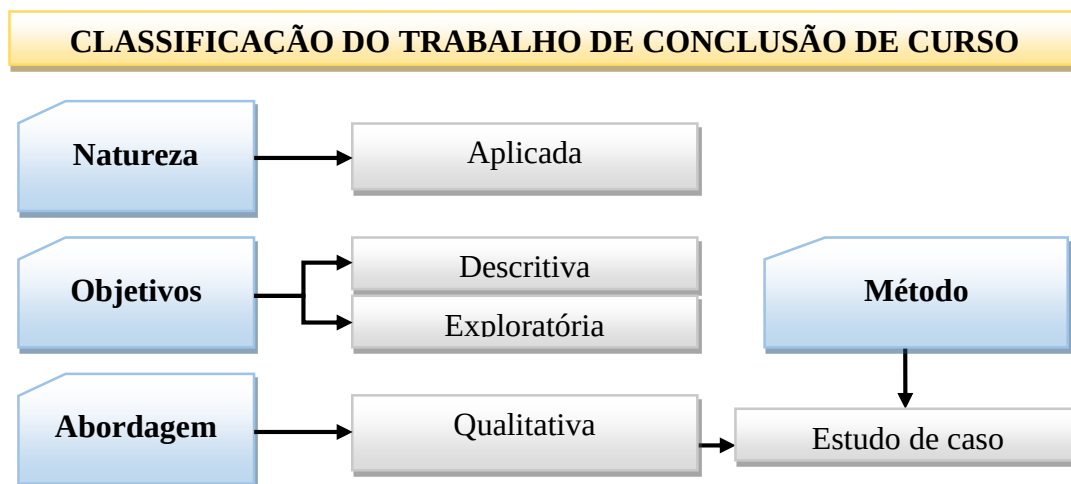
Ainda para Marconi e Lakatos (2022), em relação ao método descritivo, este objetiva descrever as características de uma população ou identificar relações entre variáveis. O método exploratório, por sua vez, objetiva proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses (Turrioni; Mello, 2012). Nesse sentido, este estudo adota o método descritivo/exploratório, uma vez que seu objetivo é explorar, caracterizar e sugerir soluções a um problema específico em uma empresa de sabão, bem como também identificar, descrever e classificar os principais aspectos e impactos ambientais resultantes de

sua produção, por meio da realização de visitas *in loco*. A documentação descritiva desses fatores permitirá a proposição de melhorias para a empresa, a fim de reduzir os impactos ambientais e aprimorar suas práticas produtivas.

Em relação ao estudo de caso, Marconi e Lakatos (2022), evidenciam que este é um método que busca aprofundar a compreensão de um fenômeno específico, coletando dados de forma detalhada e rigorosa, para que possa ser possível analisar o caso sob todos os seus aspectos e identificar possíveis relações causais, padrões ou particularidades do fenômeno estudado.

Nesse sentido, este estudo adota o método do estudo de caso, uma vez que a coleta de dados envolveu a realização presencial e aprofundada nos processos produtivos da empresa de produção artesanal de sabão. Para tal, utilizaram-se questionários para compreender detalhadamente como ocorrem esses processos produtivos e como eles impactam o meio ambiente. Dessa forma, é possível identificar as particularidades da produção da empresa e propor soluções específicas para melhorar sua eficiência produtiva e reduzir seus impactos ambientais negativos. A Figura 3 ilustra a estrutura da classificação da pesquisa.

Figura 3 – Estrutura da classificação da pesquisa



Fonte: Adaptado de Turrioni e Mello (2012).

3.2 Procedimento da pesquisa

Para que a construção deste trabalho pudesse ser realizada, foi necessária a definição e elaboração de um planejamento metódico que estimasse e delineasse as etapas que deveriam ser seguidas para que a coleta de dados se tornasse efetiva e eficiente em seu objetivo.

De tal forma, trabalho foi desenvolvido respeitando a construção de duas grandes e fundamentais etapas, o que incluiu a construção de um referencial teórico preliminar que fosse responsável pela fundamentação da pesquisa quanto à sua procedência, caráter científico e relevância. Além disso, foram realizadas consultas a documentos legais e nacionais para embasar o direcionamento do estudo de caso desenvolvido, a fim de esclarecer as diretrizes que norteiam e regulamentam o funcionamento dos empreendimentos que atuam no país.

A segunda etapa do trabalho, por sua vez, envolveu a realização de um estudo de caso, o que incluiu duas visitas *in loco* em uma indústria de produção artesanal de sabão situada na cidade de Pedro Avelino/RN, com o intuito de identificar e caracterizar os principais aspectos e impactos ambientais que são ocasionados pela linha de produção da empresa, para a partir disso, definir e sugerir propostas de melhorias que possam ser capazes de mitigar os impactos ambientais negativos identificados. O detalhamento das etapas apresentadas são evidenciados nas subseções seguintes.

3.2.1 Construção do referencial teórico

A construção do referencial teórico explorou a literatura em torno dos conceitos fundamentais a qual esta pesquisa está relacionada. Nesta perspectiva, foram priorizadas informações retiradas de bases de dados pré-selecionadas e documentos de caráter completamente científico.

Para tal, a primeira etapa realizada, consistiu em selecionar as bases de dados que seriam utilizadas, priorizando as informações disponíveis que se mostrassem mais atualizadas. Logo, foram selecionadas as bases de dados do *Google Scholar*, que priorizou a seleção de bibliografias classificadas como monografias ou documentos publicados em periódicos científicos, a Biblioteca Virtual do SIGAA (Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas), que priorizou a seleção de bibliografias primárias e essenciais classificadas como livros, e, por fim, os periódicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), *Web of Science* e *Scopus*, a fim de ampliar as possibilidades de documentação de arquivos que pudessem compor a estrutura teórica do trabalho.

Também foram consultados documentos legais a fim de compreender algumas diretrizes, responsabilidades, leis e regulamentos que regem pequenas empresas que no que diz respeito ao consumo consciente, a preservação do meio ambiente e a adoção de práticas ambientais. Dentre os documentos legais, foram consultados a Lei nº 12.305, que se refere a política nacional dos resíduos sólidos (Brasil, 2010); a segunda edição da legislação brasileira

sobre meio ambiente (Câmara dos Deputados, 2010); o capítulo VI da constituição federativa do Brasil, que trata sobre o meio ambiente (Brasil, 1988), e, por fim, a resolução 001 de 1986 do CONAMA, que trata sobre os critérios e diretrizes gerais para avaliação de impacto ambiental de empreendimentos ou atividades sujeitos ao licenciamento ambiental (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 1986).

Após a seleção das bases de dados, iniciou-se a etapa de exploração e seleção dos documentos mais relevantes para o escopo da pesquisa, construindo assim um banco de informações sólido. Os arquivos, posteriormente foram analisados, e a leitura deles permitiu uma exploração profunda de suas informações, a fim de selecionar aquelas que mais poderiam contribuir para o trabalho em questão. Com a conclusão dessa etapa, o corpo do trabalho começou a ser construído, estabelecendo uma conexão com o estudo de caso que seria realizado posteriormente.

3.2.2 Desenvolvimento do estudo de caso

O estudo de caso foi desenvolvido na cidade de Pedro Avelino, um pequeno município situado na região central do estado do Rio Grande do Norte. Na referida cidade, existe uma microempresa de produção artesanal de sabão, que desempenha suas atividades há mais de 28 anos.

Com o intuito de compreender de forma mais aprofundada os processos produtivos da empresa e identificar quais deles têm maior impacto sobre o meio ambiente, foram agendadas duas visitas *in loco* com a representante geral da empresa. A primeira visita teve como propósito a realização de uma entrevista geral e contextual, visando entender como a indústria surgiu e como são realizadas suas atividades. Para orientar a coleta de dados, foi elaborado um questionário composto por perguntas semiestruturadas e divididas em três seções.

É importante destacar que todas as assertivas do questionário foram elaboradas de forma a permitir que a representante pudesse responder livremente, de maneira aberta e de acordo com as informações que ela poderia fornecer. Assim, a primeira visita foi guiada pelas duas primeiras seções do questionário. O referido questionário pode ser consultado no Apêndice A, onde detalha a estruturação das duas primeiras seções, aplicadas durante a primeira visita.

Ao final da primeira visita, foi elaborado um relatório documental, no qual foram descritas todas as observações percebidas durante a visita realizada na empresa. No entanto, foi verificada a necessidade de uma segunda visita para conhecer mais detalhadamente a linha de produção da empresa e compreender melhor como os processos produtivos eram executados.

Logo, na segunda visita, o gerente de produção apresentou a organização, fornecendo informações e respondendo a perguntas específicas sobre o processo de produção do sabão. O objetivo de conhecer em mais detalhes o processo produtivo foi quantificar, listar e, posteriormente, identificar os principais aspectos e impactos ambientais que estavam ocorrendo na empresa. A terceira seção do questionário foi usada para orientar a condução dos questionamentos.

Além disso, deve-se ressaltar que, após a obtenção das respostas para todas as assertivas questionadas durante a visita, o gerente de produção apresentou todo o maquinário utilizado na confecção do sabão, explicou as funções de cada uma das máquinas, as etapas do processo de produção, bem como as matérias-primas e suas respectivas quantidades utilizadas. Ao final, foram documentadas as informações e registradas fotografias das instalações, com o intuito de revisita-las e utilizá-las na sugestão de propostas de melhoria para o segmento ambiental da empresa. O Apêndice B apresenta as assertivas da terceira seção do questionário que foram aplicadas.

É importante destacar ainda, que a justificativa e escolha para a realização do trabalho ser conduzido na empresa de produção de sabão foi motivada principalmente pelo importante papel que a mesma desempenha para a imagem da cidade de Pedro Avelino, pois preserva sua riqueza histórica, patrimonial e cultural associada aos tempos áureos dos grandes algodoais e à sua reputação como produtora de destaque nessa área. Além disso, a empresa é vista como um exemplo de resiliência e adaptação, superando os desafios impostos pelo mercado ao longo do tempo, não podendo deixar de mencionar sua valiosa contribuição para a economia local da cidade.

Assim sendo, com base nas informações coletadas durante as visitas realizadas, o próximo passo para a elaboração do trabalho foi iniciar sua escrita efetiva com base nos relatórios documentais construídos e aplicar os métodos delineados para alcançar os objetivos deste estudo. Dessa forma, considerando a necessidade de sugerir propostas de melhorias capazes de mitigar os impactos ambientais negativos ocasionados pela indústria, o passo subsequente foi mapear o processo produtivo do sabão, detalhando cada etapa necessária para sua fabricação e destacando no mapeamento, as etapas que mais contribuem para a geração de resíduos.

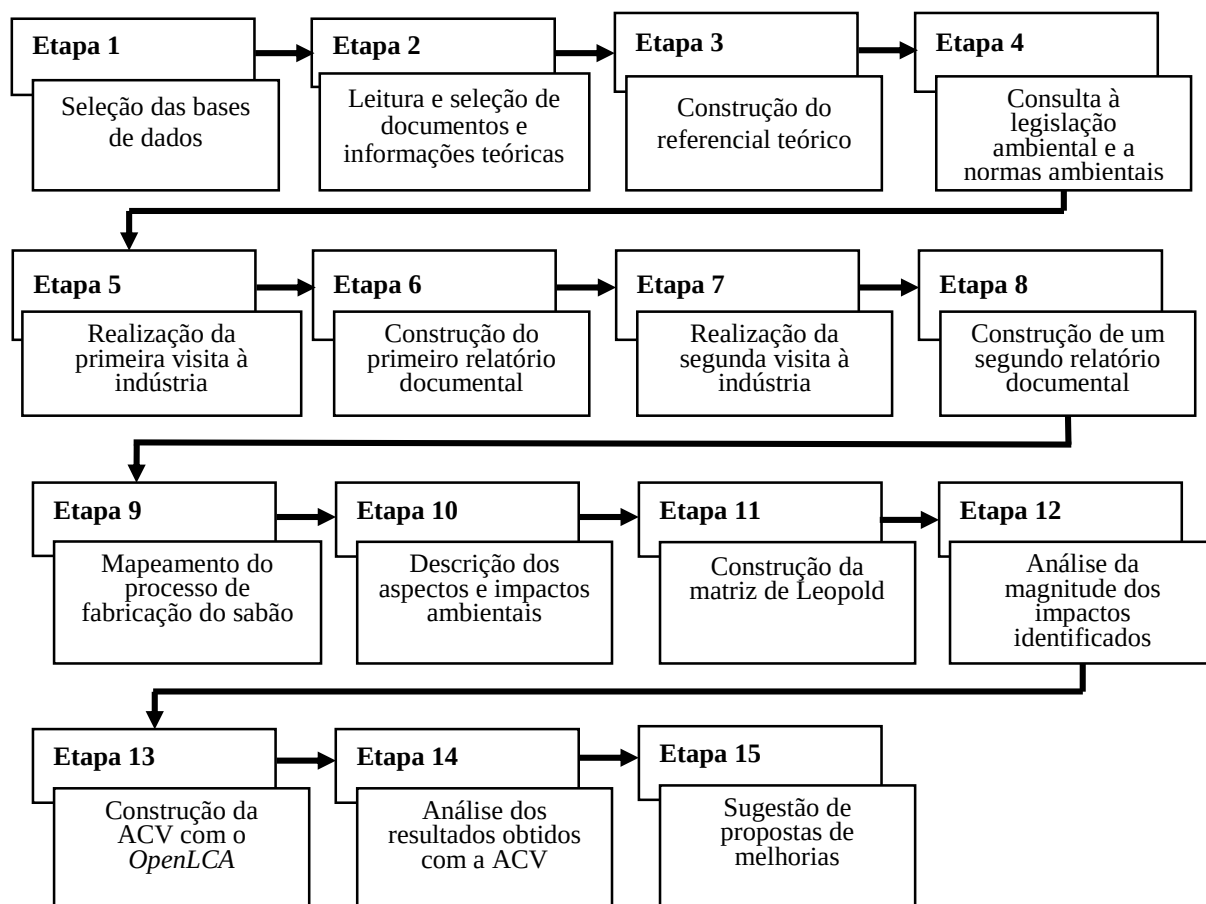
Após o mapeamento, foi possível identificar, listar e caracterizar os aspectos ambientais das atividades da empresa que mais causam impactos ambientais negativos. Posteriormente,

construiu-se uma matriz de Leopold com o objetivo de compreender a magnitude desses impactos na natureza e identificar aqueles que requerem tratamento prioritário.

Considerando a compreensão dos impactos negativos identificados, foi realizada uma ACV do sabão artesanal utilizando o *software OpenLCA*. Esse processo teve como objetivo quantificar e compreender mais especificamente o impacto desses aspectos no meio ambiente e nos arredores da indústria.

Assim, com base na aplicação de cada um desses métodos, foi possível apresentar propostas de melhorias ambientais que a indústria pode adotar para reduzir a ocorrência de seus impactos ambientais e tentar obter a possibilidade de se tornar um modelo de responsabilidade ambiental em toda a região. A Figura 4 ilustra e sintetiza as etapas principais que foram adotadas para a construção deste trabalho.

Figura 4 – Etapas seguidas para construção do trabalho



Fonte: Desenvolvido pelo autor (2023)

4. ESTUDO DE CASO

O propósito deste capítulo é descrever o processo de construção do estudo de caso realizado, abrangendo a descrição do local de estudo, os processos produtivos da empresa estudada, as práticas ambientais realizadas, a identificação dos aspectos e impactos ambientais, suas classificações por meio da matriz de Leopold, bem como também, a construção da ACV com o *software OpenLCA*, e por fim, apresentar sugestões de melhorias para redução dos impactos ambientais negativos.

4.1 Caracterização do local de estudo

A pesquisa foi conduzida na cidade de Pedro Avelino, localizada no estado do Rio Grande do Norte. É neste município que se encontra uma microempresa de produção artesanal de sabão.

A empresa é classificada como microempresa, com base no número de funcionários. De acordo com a classificação da FIERN (2021), as microempresas são aquelas que possuem entre 0 e 19 colaboradores. Atualmente, a indústria conta com apenas quatro funcionários: a proprietária e gerente geral, o gerente de produção e dois operários.

Nesta perspectiva, antes compreender a origem e os impactos da empresa na região, é fundamental revisitar sua história.

De acordo com Santos e Barros (2000), ao longo da história, o município de Pedro Avelino se destacou como o maior produtor de algodão arbóreo (*Gossypiumhirsutum L.r. marie galante Hutch*) em todo o estado do Rio Grande do Norte. Essa característica atraiu a instalação de uma Usina de Beneficiamento de algodão, que terceirizaram os serviços de gerenciamento da empresa do estudo em questão. Com isso, diante da alta produtividade e do processo de beneficiamento do algodão, percebeu-se que, em uma das atividades desempenhadas pela usina, o caroço resultante da separação das plumas não tinha uma utilização específica. Tal percepção, embora não identificada de imediato, resultaria, mais tarde, em toda uma nova perspectiva de mudança e de produção para a empresa em questão.

No ano de 1985, conforme destaca Ribeiro (1998), frente à significativa produção desempenhada pela empresa, a disseminação da praga do bicudo do algodoeiro (*Anthonomusgrandis, Boheman*) iniciou uma crise que posteriormente abalaria toda a cotonicultura (atividade de cultivo do algodão) da região.

Assim, quando os proprietários da Usina desistiram do beneficiamento do algodão, devido à rápida propagação do bicudo (*Anthonomusgrandis, Boheman*) e à incerteza sobre o

destino dos caroços que haviam ficado excedentes, a empresa optou por vendê-los, mas que, no entanto, enfrentaram dificuldades na comercialização dos mesmos. Essa decisão marcou o início de uma transformação. Pois, diante disso, os representantes da empresa tiveram a ideia de abrir uma fábrica de ração animal, transformando os caroços remanescentes em alimento para animais ruminantes. No entanto, um óleo excedente do caroço, gerado durante a produção de ração animal permanecia sem utilidade. Logo, com o intuito de ampliar suas linhas produtivas e eliminar qualquer desperdício, a empresa estabeleceu contato com uma indústria de produção de sabão em Campina Grande, onde receberam treinamento quanto a possibilidade de utilização do óleo do caroço de algodão para a fabricação de sabão, já que esse óleo funcionava como um dos principais componentes para sua confecção. Como resultado posterior, em 1995, a empresa obteve sucesso na produção e comercialização de sabão, direcionando-se exclusivamente a esse ramo desde então.

É importante mencionar que atualmente, o único produto confeccionado pela empresa, é somente o sabão em barra retangular, na fragrância de eucalipto. Além disso, a empresa não utiliza mais o óleo do caroço do algodão como uma de suas matérias-primas para a produção do sabão. Isso se deve ao fato de que esse insumo se tornou escasso devido à baixa produtividade de algodão no estado do Rio Grande do Norte, bem como pela dificuldade em encontrá-lo facilmente disponível no mercado. Logo, a falta de disponibilidade resultou em um aumento significativo no preço do óleo, tornando-o economicamente inviável para a empresa. Com isso, a empresa prioriza a utilização de óleo reciclado de cozinhas.

Deve-se mencionar ainda, que o sabão produzido pela empresa é considerado artesanal, pois o processo de fabricação é predominantemente manual, não contando com maquinário automatizado robusto. Logo, devido o processo produtivo ser algo de fácil compreensão e entendimento e demandar pouca mão-de-obra, a empresa optou por reduzir sua equipe e se estabelecer como uma microempresa.

Quanto à distribuição e comercialização de seus produtos, a empresa possui uma frota própria e atende a 12 municípios, incluindo Pedro Avelino (segmento de clientes e mercado mais importantes para a empresa), Angicos, Fernando Pedrosa, Afonso Bezerra, Lajes, Pedra Preta, Alto do Rodrigues, Pendências, Guamaré, Baixa do Meio, além de alguns assentamentos e pequenos distritos. A indústria conta com uma frota de distribuição própria, de modo que a frequência de entregas varia, ocorrendo a cada 15 dias em alguns municípios e mensalmente em outros. Somente em Pedro Avelino, onde a indústria está sediada, as entregas são realizadas semanalmente.

Atualmente, a empresa concentra-se exclusivamente na produção de sabão em barra. O sistema de produção adotado pela empresa é o *make-to-stock* (MTS), ou seja, fazer para estoque (Slack; Brandon-Jones; Johnston, 2018), o que implica que a quantidade semanal dos produtos são confeccionados com base nas demandas anteriores realizadas, ou seja, em previsões anteriores. Com isso, os produtos são mantidos em estoque até que os pedidos sejam realizados, onde os clientes solicitantes irão esperar pelo recebimento do produto, realizado pela pronta entrega da empresa.

Dessa forma, semanalmente, a empresa fabrica 177 fardos de sabão, totalizando a produção de 1.770 barras de sabão por semana. A variedade do sabão é definida pelo seu tamanho, havendo dois tipos disponíveis: o pequeno, com peso de 400 gramas, e o grande, com peso de 800 gramas. Um fardo de sabão pequeno é composto por 10 barras, enquanto que um fardo de sabão grande contém 5 barras. Consequentemente, cada fardo possui um peso final de 4 quilos.

É importante mencionar ainda, que a empresa trabalha exclusivamente com a pronta entrega de sabão, ou seja, recebe o pedido e realiza a entrega de acordo com as solicitações dos clientes.

4.2 Descrição das práticas ambientais desempenhadas pela empresa

Para compreender a incorporação de práticas ambientais adotadas pela empresa em questão, foi indagada à gerente da empresa qual era sua percepção acerca da preservação dos recursos ambientais, da adoção de práticas voltadas ao meio ambiente na produção de sabão e da relevância dessas práticas para a conservação dos recursos naturais. Ademais, também foi possível obter informações por meio das visitas realizadas *in loco*, na qual se pôde observar várias características que a empresa apresenta e como suas atividades impactam o meio ambiente.

Nesse contexto, a empresa de produção de sabão em estudo é categorizada como microempresa. Sendo assim, a gerente da empresa ressalta que não enxerga a necessidade de adotar práticas ambientais altamente elaboradas e estruturadas, em virtude da percepção de que sua produção possui um caráter mais simples e com *lead time* baixo, permitindo à empresa atender de maneira satisfatória a demanda que recebe.

No entanto, é importante ressaltar que o fato do *lead time* ser baixo não deve ser associado a impossibilidade da empresa considerar a adoção de práticas ambientais. Pois, a preocupação ambiental e a adoção de práticas sustentáveis pode representar uma oportunidade

para a empresa inovar, adquirir vantagem competitiva contra a concorrência e sistematizar seus processos, ao considerar a sustentabilidade como um fator-chave.

Logo, não existem práticas ambientais propriamente ditas na empresa, e, as que se puderam destacar, acontecem por motivos circunstanciais, sem uma estratégia ambiental sustentável claramente definida.

Com isso, durante as visitas, constatou-se que, mesmo que involuntariamente, a empresa emprega algumas práticas que podem ser benéficas para o meio ambiente e contribuir para a preservação do meio ambiente da localidade onde está estabelecida.

Um exemplo disso é a aquisição de gordura, também conhecida como sebo bovino, proveniente do abate animal, comercializada por criadores de animais de corte locais. Esse insumo é uma das principais matérias-primas utilizadas na fabricação do sabão e poderia ser comprado em formato industrializado, processado e direto de lojas especializadas. Logo, a atividade de aquisição do sebo bovino, embora aconteça na empresa por uma questão econômica, pode, de modo indireto, ser considerada como uma prática ambiental que merece destaque, uma vez que evita que esse material, que teria pouca utilidade, se torne um resíduo sólido e contribua para o aumento dos índices de poluição e circulação de animais necrófagos nas áreas rurais da cidade.

Além disso, a empresa adota outra prática considerada relevante que é a utilização de uma caixa de água alimentada por água proveniente das chuvas captadas por calhas instaladas nos prédios da empresa. A água pluvial armazenada é empregada na própria linha de produção, bem como na limpeza de máquinas e das instalações da empresa como um todo. Essa iniciativa representa uma prática ambiental importante, pois contribui para a redução do consumo de água e para a preservação dos recursos hídricos.

Outra prática percebida e vista como ambiental, consiste na aquisição de óleo reciclado proveniente de restaurantes, lanchonetes e de profissionais da cidade que atuam no ramo alimentício, especializados na produção de salgadinhos para festas. A empresa prioriza a obtenção desse óleo, não apenas pela facilidade de aquisição, mas também por representar um valioso componente para a produção de sabão. De tal forma, a aquisição desse óleo evita que o mesmo seja lançado na natureza por uma parcela dos domicílios da cidade, sem tratamento prévio e afete a qualidade e as características do solo e da biodiversidade que está em seu entorno. É importante ressaltar que durante o processo de corte do sabão, as aparas que não são utilizadas na composição final da barra e que ficam sem utilidade, são trocadas por óleo

reciclado de cozinha. Para isso, a empresa estabelece parcerias com cozinheiros e restaurantes, realizando a troca das aparas de sabão pelo óleo reciclado.

Uma outra prática que merece destaque, que pode ser considerada como uma iniciativa ambiental, refere-se à política de economia de embalagens adotada pela empresa. As embalagens secundárias utilizadas para a montagem dos fardos contendo as barras de sabão são utilizadas desde o ano de 1995, resultantes de quando a empresa ainda era uma algodoeira, até o momento de escrita do presente trabalho. Esse fato demonstra o comprometimento da empresa com a eficiência e a redução do consumo de materiais, contribuindo, conseqüentemente, para a diminuição dos índices de desperdício e geração de resíduos.

Por fim, é importante ressaltar que tanto a gerente geral da empresa quanto o gerente de produção manifestaram a convicção de que a preocupação ambiental é uma questão que merece destaque e precisa ser cada vez mais disseminada, especialmente no segmento industrial. Embora a empresa seja apenas uma pequena parcela no vasto panorama da indústria de sabão mundial, eles acreditam que estão contribuindo para a redução de impactos ambientais, sobretudo em escala local. Essa consciência ambiental reflete o compromisso da empresa em buscar a sustentabilidade e de atuar como um agente na preservação do meio ambiente.

4.3 Processo produtivo do sabão

Para que o sabão atinja sua forma final, é necessário submetê-lo a uma série de processos, envolvendo pessoas, ferramentas e maquinários específicos, que o manipulam, moldam e conferem sua configuração definitiva. No entanto, a fabricação artesanal de sabão em barra confeccionado pela empresa em questão não exige procedimentos necessariamente complexos.

Para a produção de sabão, o processo tem início com a aquisição das matérias-primas necessárias, uma responsabilidade assumida pela gerente da empresa em conjunto com o gerente de produção. Essas matérias-primas incluem principalmente gordura animal ou sebo bovino, comprada de abatedouros ou de marchantes autônomos (na região local, os marchantes autônomos são os fazendeiros ou criadores comerciantes de carne bovina), óleos vegetais, água da torneira, um agente alcalino, responsável pelo ajuste da acidez ou pH da mistura que resulta no sabão e, por fim, a essência de eucalipto, necessária para conferir a fragrância ao produto. Ressalta-se que sabão com aroma de eucalipto é a única fragrância comercializada pela empresa.

Posteriormente, os responsáveis pela produção se encarregam de adquirir a lenha utilizada no forno, que desempenha um papel fundamental no processo de cozimento da mistura para obter a consistência adequada do sabão. Uma vez obtida a lenha, os operários da empresa realizam o corte da madeira em pedaços apropriados, que serão queimados no forno durante a etapa de produção.

Após a aquisição das matérias-primas, a fabricação do sabão é iniciada. A primeira etapa envolve o derretimento do sebo bovino. Para isso, despeja-se este insumo em tanques de metal resistentes ao calor, que são aquecidos diretamente pelo fogo, até que o sebo se dissolva completamente e adquira uma consistência fluida, atingindo o seu ponto de fusão. Para a produção das 177 barras semanais, são utilizados aproximadamente 200 kg de sebo bovino, 100 litros de óleo reciclado, 70 kg do agente alcalino, 350 litros de água e cerca de 2 litros de essência de eucalipto. A Figura 5 ilustra o processo de derretimento do sebo bovino.

Figura 5– Processo de derretimento do sebo bovino



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Após o sebo adquirir a consistência fluída, ele é removido do fogo e estocado em local específico enquanto preparam-se os outros componentes que serão adicionados a ele. Nisso, em outro tanque, dissolve-se o agente alcalino em água da torneira, aquecendo a mistura até que ela também atinja uma consistência líquida. Em seguida, quando ambos os componentes estão líquidos, são transferidos para um recipiente maior para que o óleo reciclado possa ser incorporado a eles, misturando-os lentamente até que esta mistura adquira uma consistência mais pastosa e densa. Posteriormente, após adquirir a consistência adequada, eles são despejados no tanque de processamento. Nesse momento, é adicionada a quantidade restante

de água, acende-se o fogo, permitindo que os ingredientes sejam aquecidos em temperatura média, geralmente, entre 35°C e 50°C.

Quando os componentes estão devidamente aquecidos, o braço mecânico do tanque de processamento é acionado, cuja função é misturar e homogeneizar as matérias-primas até que atinjam o ponto desejado, com base na experiência do funcionário. Realizada tal percepção, aumenta-se a temperatura do forno para o nível máximo, que pode ultrapassar os 100°C. A mistura é mantida em movimento pelo braço mecânico até atingir o ponto desejado, que nada mais é do que uma consistência mais densa e grossa.

Quando a mistura finalmente alcança o ponto desejado, o braço mecânico do tanque de processamento é desligado, para então se adicionar a essência de eucalipto que irá conferir a fragrância ao sabão. O braço mecânico entra em funcionamento novamente até que a fragrância seja completamente incorporada à mistura. A Figura 5 apresenta uma perspectiva geral do posicionamento do tanque de processamento.

Figura 6– Tanque de processamento de matérias-primas



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

É importante evidenciar que o tanque de processamento é estrategicamente posicionado em uma altura elevada em relação ao chão. Pois, quando o processamento da mistura é concluído, libera-se um compartimento no tanque para permitir que a mistura flua por uma

calha até preencher os tanques de alvenaria, onde ocorrerá o resfriamento. Essa etapa representa o processo de moldagem e resfriamento.

Após o enchimento dos tanques de alvenaria, a mistura repousa por dois ou três dias, passando por um resfriamento natural, influenciado pelas condições climáticas do dia. É importante observar que em dias chuvosos, a produção não ocorre devido à exposição do forno em uma área externa da empresa, impossibilitando a queima de lenha durante a chuva. A Figura 7 ilustra a localização ao ar livre do forno à lenha da empresa.

Figura 7 – Forno à lenha



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Durante o repouso nos tanques, a mistura solidifica gradualmente, e são feitos riscos nela com uma espátula para marcar os locais onde serão realizados os cortes necessários para dar forma final ao sabão. Em seguida, os blocos sólidos de sabão são removidos dos tanques e levados a uma mesa de corte, onde o tamanho das barras é medido e ajustado com o auxílio de um equipamento chamado bitola. Posteriormente, as barras são moldadas em seus tamanhos usuais e cortadas. Após o corte, são carimbadas com a marca característica da empresa, conferindo-lhes originalidade, e, em seguida, embaladas em sua embalagem primária.

Após a etapa de embalar o produto com a embalagem primária, as barras de sabão são separadas de acordo com a quantidade suportada pelos fardos e, em seguida, embaladas em sua embalagem secundária, formando o fardo de sabão. Esses fardos são então armazenados em

paletes no estoque, aguardando a solicitação dos comerciantes que esperam pela pronta entrega. A Figura 8 apresenta uma barra final de sabão, bem como também a organização dos fardos de sabão no estoque, posicionado sobre paletes de madeira.

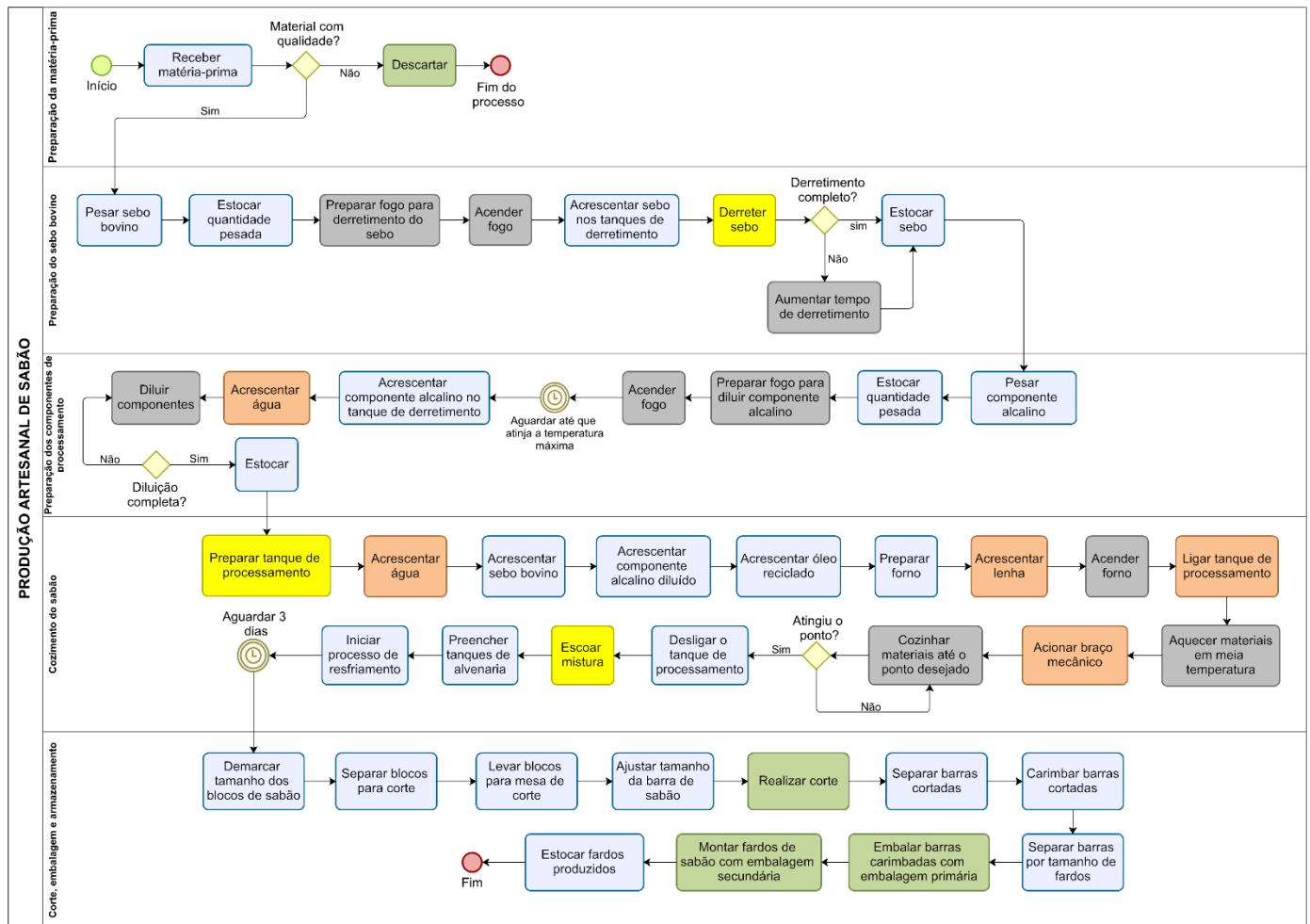
Figura 8 – Barra de sabão e Armazenamento dos fardos em estoque



Fonte: Autoria própria (2023)

O processo de produção do sabão pode ser visualizado no mapeamento ilustrativo da Figura 9, que contém uma legenda explicativa de cores com os aspectos ambientais que mais contribuem para a geração de resíduos, originados de alguma etapa do processo produtivo. As atividades preenchidas com a cor verde, referem-se à geração de resíduos sólidos, a cor amarela refere-se à geração de efluentes, a cor laranja refere-se ao consumo de recursos naturais e a cor cinza, refere-se à geração de emissões atmosféricas.

Figura 9 – Mapeamento do processo de produção do sabão artesanal



Cinza = Emissões atmosféricas. Amarela = Efluentes líquidos. Verde = Resíduos sólidos. Laranja = Consumo de recursos naturais

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

4.4 Identificação e análise dos aspectos e impactos ambientais

Com base na elaboração do mapeamento dos processos de produção do sabão em barra fabricado pela empresa em questão, é possível observar que, embora seja uma organização de pequeno porte e sua fabricação não seja excessivamente complexa ou envolva procedimentos altamente sofisticados, ainda existem características e procedimentos que indicam a presença de aspectos ambientais que podem originar impactos negativos para a natureza.

Assim, pode-se perceber que um dos principais aspectos ambientais a ser destacado é a geração de resíduos decorrentes dos processos de queima realizados na indústria para derreter o sebo bovino, diluir o componente alcalino e queimar madeira no forno, essencial no cozimento das matérias-primas utilizadas na produção de sabão.

Esses processos de queima resultam em impactos negativos, tais como a contaminação atmosférica por emissão de gases poluentes que afetam o ar e a camada de ozônio, além da produção de cinzas provenientes da queima da madeira. Essas cinzas, quando descartadas em excesso como resíduo sólido, podem contaminar o solo e seu processo de decomposição pode afetar o lençol freático.

É importante ressaltar ainda, que durante o processo de derretimento do sebo bovino, são emitidos fortes odores para a atmosfera. Esses odores podem atrair a atenção de animais necrófagos, além de mosquitos transmissores de doenças e outros insetos parasitas. Além disso, o mau cheiro pode se propagar para regiões circunvizinhas, causando desconforto para a população local e causando algum impacto ambiental para a flora e fauna da região.

Ainda no que diz respeito à geração de resíduos, é importante destacar outro aspecto ambiental relacionado, embora em menor escala, que são os resíduos de materiais resultantes do processo de embalagem das barras individuais de sabão, dos fardos e outros resíduos descartados pela indústria. É relevante mencionar que, devido à ausência de coleta seletiva de resíduos no município onde a indústria está localizada, esses resíduos têm como destino final o lixão municipal. Consequentemente, sua contribuição para o aumento da poluição resulta em mais um impacto ambiental, que seria a contaminação do solo e do lençol freático pelas substâncias tóxicas liberadas pelos resíduos durante seu processo de decomposição no lixão.

Outro aspecto ambiental relevante a ser mencionado, é o consumo de recursos naturais, principalmente o consumo de água como matéria prima essencial para a produção do sabão e o consumo de energia elétrica, necessária para manter o tanque de processamento em funcionamento. A utilização destes insumos tende a contribuir para a ocorrência de um impacto ambiental negativo, que seria a escassez geral dos recursos naturais, contribuindo, portanto, para a alteração das mudanças climáticas e da perda da biodiversidade.

Além disso, ainda se tratando do consumo de recursos naturais, outro aspecto que merece destaque é a aquisição da madeira de Algaroba (*Prosopis juliflora*), utilizadas como combustível para o forno e nos processos de derretimento das matérias-primas. Uma vez que não são obtidas de atividades de reflorestamento ou certificadas ambientalmente, a utilização destes produtos florestais implica no fato de processos de desmatamento precisaram ser realizados, o que acarreta em um impacto ambiental negativo significativo. Essa prática resulta na perda da biodiversidade, contribui para o agravamento das mudanças climáticas e provoca a erosão do solo, que fica exposto a danos sem a presença das árvores.

No mapeamento realizado, na etapa de preparação do tanque de processamento, ocorre a geração de resíduos que contribuem para a ocorrência de mais um aspecto ambiental relevante, que é a geração e lançamento de efluentes líquidos. Para que o tanque esteja adequadamente preparado para processar as matérias-primas, é necessário realizar uma limpeza para remover os resíduos das produções anteriores. No entanto, a água utilizada durante essa limpeza, juntamente com os resíduos lavados, são lançadas no solo no entorno da empresa, sem receber um destino adequado do ponto de vista ambiental. Como resultado, o lançamento de efluentes líquidos representa um aspecto ambiental, mesmo que em quantidades relativamente baixas, contribuindo para a existência de novamente, o impacto ambiental referente à contaminação, comprometendo a qualidade do solo devido ao descarte inadequado dos resíduos do tanque.

4.4.1 Utilização da Matriz de Leopold

A matriz de Leopold foi elaborada com base nos trabalhos desenvolvidos por Leopold *et al.* (1971), Sousa *et al.* (2011), Cavalcante e Leite (2016) e Boldrin e Cutrim (2014), cujo objetivo em comum consistiu em identificar e listar os aspectos e os impactos ambientais ocasionados por uma determinada organização em uma tabela, para em seguida, relacioná-los entre si e estimar, pontuar e classificar em qual situação se encontram os aspectos identificados, quais dos impactos mais afetam o meio ambiente e quais deles mais necessitam de tratamento prioritário.

É importante ressaltar que durante as atividades gerais desenvolvidas na empresa de produção de sabão, alguns aspectos ambientais se repetiam mais de uma vez, como por exemplo a emissão de poluentes. Logo, eles foram resumidos e condensados para aparecer na matriz apenas uma vez. Com isso, após compreender, listar e definir os aspectos e impactos ambientais mais relevantes, a matriz de Leopold foi elaborada. No entanto, ela foi dividida em três partes distintas, a fim de se obter um diagnóstico mais preciso quanto a identificação, classificação e prioridade dos aspectos e impactos ambientais.

A primeira parte da matriz foi desenvolvida com base no trabalho realizado por Cavalcante e Leite (2016). Esses pesquisadores conduziram uma avaliação dos impactos ambientais decorrentes dos processos produtivos em uma fábrica de botijões, apresentando os resultados dessa avaliação por meio da construção de uma matriz de Leopold. O Quadro 2 ilustra a primeira parte da matriz de Leopold elaborada pela presente pesquisa.

Quadro 2 – Matriz de Leopold geral (versão 1)

INDÚSTRIA DE SABÃO	COMPONENTES		SITUAÇÃO DO ASPECTO			IMPACTO AMBIENTAL								
ATIVIDADE	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	N	A	E	SEVERIDADE			FREQUÊNCIA			CLASSIFICAÇÃO		
						A	M	B	A	M	B	A	M	B
Preparação geral do sabão	Consumo de recursos naturais (água, energia e produtos florestais)	Escassez de recursos naturais	X				X			X			X	
Utilização de lenha para acender o fogo	Geração de emissões atmosféricas (fumaça)	Contaminação do ar (prejudicial à camada de ozônio e aumento do efeito estufa)	X					X		X				X
Utilização do forno industrial à lenha	Geração de cinzas	As cinzas, quando descartadas em excesso como resíduo sólido, podem contaminar o solo e o lençol freático	X					X		X				X
Derretimento do sebo bovino	Geração de efluentes, resíduos sólidos e emissões atmosféricas	Contaminação direta do solo no entorno da fábrica, por descarte cinzas e restos de sebo derretido	X					X		X				X
		Contaminação do ar (emissão de fortes odores para a atmosfera)	X					X		X				X
Preparação do tanque de processamento	Geração de efluentes (resíduos líquidos resultantes da limpeza do tanque)	Contaminação direta do solo no entorno da fábrica	X					X		X				X
Corte do sabão	Descarte de aparas de sabão	Contaminação por aumento da poluição (alteração das características do solo)	X					X			X			X
		Impacto na vida selvagem, principalmente de pequenos pássaros	X					X			X			X
Embalagem do sabão	Geração de resíduos sólidos (embalagens primárias descartadas)	Contaminação por aumento da poluição (solo e lençol freático)	X					X			X			X

SITUAÇÃO DO ASPECTO: N = Normal. A = Anormal. E = Emergencial. IMPACTO AMBIENTAL: A = Alto. M = Médio. B = Baixo

Fonte: Adaptado de Cavalcante e Leite (2016)

A matriz construída no Quadro 2, é uma adaptação da matriz original desenvolvida por Leopold *et al.* (1971), utilizando uma abordagem mais abrangente, considerando o entendimento global tanto dos aspectos quanto dos impactos ambientais ocasionados pelas atividades da indústria de sabão artesanal estudada. No que diz respeito aos aspectos ambientais, sua avaliação foi conduzida levando em conta a situação em que se encontravam, classificando-os em situação normal, anormal ou emergencial.

Com base na primeira versão da matriz de Leopold elaborada, torna-se evidente que, embora as atividades produtivas da empresa sejam operações relativamente simples, é perceptível a presença de aspectos e impactos ambientais ao longo de suas etapas produtivas. E, no que diz respeito aos aspectos ambientais identificados na primeira versão da matriz de Leopold (Quadro 2), verifica-se que todos eles se encontram em um estado considerado normal. Ou seja, esses aspectos derivam das operações diárias e rotineiras da empresa e são indispensáveis para a realização da produção.

No que se refere aos impactos ambientais, estes foram avaliados considerando sua severidade, frequência e classificação. No que diz respeito à severidade obtida durante a criação da primeira versão da matriz, é evidente que somente a escassez de recursos naturais se destaca como um impacto de média severidade, ou seja, possui uma significância média e pode não atingir níveis extremos de degradação. Contudo, embora seja um impacto sério, ele pode não ser tão devastador quanto outros, mas que requer intervenção.

Por sua vez, os demais impactos ambientais identificados na matriz, demonstram uma baixa severidade. Em outras palavras, os impactos identificados influenciam o ambiente de forma limitada, sem causar impactos significativos à natureza ou degradação substancial para a empresa.

Em relação a frequência de ocorrência, observa-se uma certa dispersão nos resultados obtidos na matriz. A maioria dos impactos ocorre com uma frequência média; entre eles, a escassez de recursos naturais, os impactos no ar e na camada de ozônio, bem como possíveis contaminações do solo e do lençol freático, que apresentam uma regularidade um tanto que notável. Isso sinaliza que essas questões merecem uma consideração prioritária em termos de tratamento, para reduzir suas precipitações de ocorrência.

Se tratando dos impactos menos frequentes, destacam-se as alterações nas características do solo devido ao aumento da poluição, os impactos na vida selvagem e o aumento da contaminação do solo devido ao descarte de resíduos de embalagens. Esses

impactos ocorrem com baixa frequência, o que indica que, embora necessitem de intervenção, sua urgência em receber tratamento pode ser relativamente menor, devido às taxas reduzidas de ocorrência.

Por último, a análise final fornecida pela criação da primeira versão da matriz de Leopold permite obter conclusões sobre a classificação dos impactos ambientais identificados na indústria de sabão em estudo. Somente a escassez de recursos naturais possui uma classificação média, ou seja, não é um impacto severo, mas apresenta potencial para afetar o meio ambiente de maneira grave, se não forem adotadas medidas de intervenção.

No que diz respeito aos demais impactos identificados, todos eles podem ser identificados como sendo de baixa classificação. Isso implica que eles não causam preocupações significativas em relação à degradação ambiental ou graves para o ecossistema em que se localiza a indústria. Contudo, ainda merecem atenção a fim de que sua incidência e consequências sejam reduzidas a níveis nulos ou preferencialmente inexistentes.

Com isso, após a construção da primeira versão da matriz de Leopold, uma segunda versão foi elaborada, dessa vez, levando em consideração a classificação dos impactos ambientais identificados, dividindo-os em positivos e negativos.

Essa classificação e compreensão dos impactos como sendo positivos ou negativos se mostrou necessária para proporcionar uma visão abrangente e possibilitar a avaliação dos possíveis efeitos que as atividades da empresa exercem sobre o meio ambiente.

A segunda versão da matriz foi baseada na abordagem desenvolvida por Boldrin e Cutrim (2014), que conduziram um estudo para identificar e quantificar os possíveis aspectos ambientais que poderiam causar impactos negativos em águas subterrâneas locais devido processos de urbanização. Os autores adaptaram a matriz original, desenvolvida por Leopold *et al.* (1971), para atingir esse propósito. O Quadro 3 apresenta a segunda versão da matriz construída para a empresa de sabão em estudo.

Quadro 3 – Matriz de Leopold para classificação de impactos ambientais (versão 2)

Impactos ambientais Aspectos ambientais	Escassez dos recursos naturais		Contaminação do ar (prejudicial à atmosfera e à camada de ozônio)		Poluição (contaminação do solo e lençol freático)		Contaminação direta do solo		Impacto na vida selvagem, principalmente de pequenos pássaros	
	Pos.	Neg.	Pos.	Neg.	Pos.	Neg.	Pos.	Neg.	Pos.	Neg.
Consumo de recursos naturais (água, energia e produtos florestais)		X								
Emissões atmosféricas (fumaça e odores)				X						X
Geração de resíduos sólidos (cinzas)						X		X		
Geração de efluentes líquidos						X		X		
Descarte de aparas de sabão						X		X		X
Descarte de embalagens primárias						X		X		X

Pos. = Positivo. Neg. = Negativo.

Fonte: Boldrin e Cutrim (2014)

A partir da elaboração da segunda versão da matriz de Leopold, é possível constatar que, apesar da presença de uma quantidade significativa de aspectos ambientais, resultando na incidência de impactos ambientais consideráveis, nenhum destes impactos é de natureza positiva. Todos eles manifestam-se como negativos, indicando uma predominância absoluta desta categoria e que eles, de alguma maneira, podem perturbar ou influenciar negativamente a harmonia dos ecossistemas, a biodiversidade, os recursos naturais ou, até mesmo, a qualidade de vida das pessoas.

Logo, torna-se evidente, portanto, que, embora esses impactos não alcancem proporções consideráveis em termos de frequência, se não forem devidamente gerenciados ou monitorados, sua ocorrência tem o potencial de se agravar e evoluir para algo mais preocupante.

Assim sendo, após a elaboração da segunda versão da matriz de Leopold para a identificação de impactos ambientais, foi desenvolvida uma terceira versão, adaptando e quantificando os resultados obtidos com a construção das matrizes anteriores. O objetivo dessa nova versão foi estabelecer uma relação entre os aspectos ambientais e os impactos identificados, atribuindo valores a eles, para que se fosse possível compreender de maneira mais direta, quais impactos são mais urgentes e quais deles requerem tratamento prioritário.

A matriz construída é uma matriz de quantificação e baseia-se em um modelo adaptado dos trabalhos de Leopold *et al.* (1971), Sousa *et al.* (2011) e Cavalcante e Leite

(2016), onde para construí-la, foram atribuídos valores de magnitude a cada impacto, em seguida foi calculada a magnitude total, o valor máximo de magnitude, a porcentagem de relevância do impacto e, por fim, o nível de risco.

O primeiro passo para preencher a matriz construída foi atribuir um grau de magnitude para a relação entre os aspectos e os impactos ambientais. A escala de magnitude considerou os parâmetros estabelecidos na Tabela 1.

Tabela 1 – Escala de Magnitude para cruzamento entre aspectos e impactos ambientais

Impacto	Magnitude
Inexistente	-
Baixo	1
Médio Baixo	2
Médio	3
Médio Alto	4
Alto	5

Fonte:Cavalcante e Leite (2016)

Para determinar o valor máximo de magnitude (8º coluna da tabela 2), será adotada a metodologia desenvolvida por Boldrin e Cutrim (2014). De acordo com esses autores, sempre que houver um grau de magnitude associado ao cruzamento de um aspecto com um impacto ambiental, deve-se atribuir a ele, um peso de "5". Ou seja, se forem atribuídos graus de magnitude a três impactos, soma-se "5 + 5 + 5", três impactos que receberam grau de magnitude, o que resulta em "15", como sendo o valor máximo de magnitude.

Continuando o preenchimento da matriz, o próximo passo consistiu em calcular o grau de relevância para cada aspecto e impacto, expressando o valor em percentual. Para essa abordagem, foi utilizada a equação desenvolvida por Sousa *et al.* (2011), conforme apresentado na Equação 1. Essa equação envolve a razão entre o somatório das magnitudes atribuídas a cada aspecto e impacto, dividindo pelos valores encontrados e multiplicando por 100 para obter o resultado em percentual.

$$Relevância = \frac{Magnitude\ total}{Valor\ máximo\ de\ magnitude} \times 100 \quad [1]$$

Fonte: adaptado de Sousa *et al.* (2011)

Para interpretar o resultado obtido após o cálculo da relevância, foram levados em consideração os critérios apresentados no Quadro 4. A metodologia utilizada tem como objetivo preencher a coluna referente ao nível de risco. Essa etapa leva em consideração

o intervalo resultante (intervalos entre as porcentagens) do cálculo realizado, permitindo atribuir um nível de risco adequado.

Quadro 4 – Escala de nível de risco das aspectos e impactos ambientais

Intervalo	Nível de Risco
0% a 20%	Reduzido
21% a 40%	Admissível
41% a 60%	Mediano
61% a 80%	Significativo
81% a 100%	Elevado

Fonte: Sousa *et al.* (2011); Cavalcante e Leite (2016)

Após a realização de todas as etapas recém evidenciadas, a matriz de Leopold de quantificação pôde ser elaborada, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 –Matriz de Leopold para quantificação de aspectos e impactos ambientais
(Versão 3)

Impactos ambientais Aspectos ambientais	Escassez dos recursos naturais	Contaminação do ar (prejudicial à atmosfera e à camada de ozônio)	Poluição (contaminação do solo e lençol freático)	Contaminação direta do solo	Impacto na vida selvagem, principalmente de pequenos pássaros	Magnitude Total	Valor máximo de magnitude	Relevância (%)	Nível de risco
Consumo de recursos naturais (água, energia e produtos florestais)	5	3	-	-	4	12	15	80%	Significativo
Emissões atmosféricas (fumaça e odores)	-	5	-	-	4	9	10	90%	Elevado
Geração de resíduos sólidos (cinzas)	-	-	3	3	-	6	10	60%	Mediano
Geração de efluentes líquidos	-	-	4	5	2	11	15	73%	Significativo
Descarte de aparas de sabão	-	-	1	1	3	5	15	33%	Admissível
Descarte de restos de embalagens primárias	-	-	3	4	2	9	15	60%	Mediano
Magnitude total	5	8	11	13	15				
Valor máximo de magnitude	5	10	20	20	25				
Relevância (%)	100%	80%	55%	65%	60%				
Nível de risco	Elev.	Signif.	Med.	Signif.	Med.				

Elev. = Elevado; Signif. = Significativo; Med. = Mediano.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Diante da matriz de Leopold de quantificações elaborada (Tabela 2), é possível se obter estimativas para avaliar tanto os aspectos, quanto os impactos ambientais que ocorrem na empresa de sabão. Nisso, foram identificados, no total, seis aspectos ambientais resultantes da produção de sabão pela empresa. Esses aspectos contribuem diretamente para a ocorrência de cinco impactos ambientais igualmente preocupantes.

Dos valores encontrados, a matriz elaborada evidencia os valores mais significativos, em termos de prioridade, para as emissões atmosféricas, incluindo fumaça e odores, identificando-os como o aspecto ambiental com o mais elevado nível de risco, correspondendo a 90%.

Este aspecto, em particular apresenta uma predominância maior devido à sua capacidade de afetar uma parcela mais significativa e ampla do meio ambiente, uma vez que tanto a emissão de fumaça, quanto de odores, ocorrem de uma maneira mais silenciosa e quase imperceptível, podendo então, levar a poluição e contaminação do ar, degradação da camada de ozônio, a precipitação de chuvas ácidas, e, principalmente, contribuir para a alteração das mudanças climáticas (Araújo, 2012).

Em segundo lugar na ordem de prioridades, encontra-se o aspecto ambiental associado ao consumo de recursos naturais (80%), como água, energia e produtos florestais. Apesar de ser um aspecto ambiental de risco mediano, sua ocorrência tende a resultar em um impacto ambiental negativo de risco extremamente elevado, que pode acelerar a possibilidade de escassez de recursos naturais, principalmente de água e de vegetação local.

Em termos de prioridade, em terceiro lugar, pode-se destacar a geração de efluentes líquidos (73%). Esse aspecto ambiental tem potencial para causar impactos ambientais negativos de nível de risco significativo, principalmente porque a geração de efluentes quando não controlada e lançada de maneira desenfreada, tende a ocasionar a contaminação do solo e de recursos hídricos, bem como de vegetações nativas locais.

Na penúltima posição, pode-se destacar, respectivamente, a geração de resíduos sólidos, como cinzas (60%) e o descarte de restos de embalagens primárias (60%). Esses aspectos tendem a contribuir para o aumento da poluição, o que por sua vez pode afetar diretamente a qualidade do solo e aumentar a probabilidade de contaminação do lençol freático devido às infiltrações resultantes do processo de decomposição dos resíduos.

Por fim, em última posição na lista de prioridades, a matriz destaca o descarte de aparas de sabão (33%). A posição deste aspecto ambiental em último lugar é tida como

coerente, uma vez que atualmente na empresa, as sobras de sabão são trocadas por óleo reciclável, demonstrando certo cuidado com o meio ambiente.

Todavia, mesmo que se mostre menos alarmante, a ocorrência desse aspecto ainda pode gerar impactos ambientais negativos. Isso se dá principalmente pelo impacto na vida selvagem, especialmente em pequenos pássaros que podem confundir as aparas de sabão com alimento e acabar se contaminando. O mesmo risco se aplica a outros tipos de animais terrestres de pequeno porte.

Com base nos resultados obtidos com a construção das três versões elaboradas da matriz de Leopold, é possível definir no Quadro 5, a seguinte ordem de prioridade que a empresa poderia adotar para controlar seus aspectos ambientais e posteriormente, reduzir a ocorrência de impactos ambientais negativos. O referido quadro apresenta uma abordagem em dois planos, cujo objetivo é indicar que há escolha ao se priorizar medidas de tratamentos. Ou seja, se a escolha for controlar os aspectos ambientais, a prioridade está definida, assim como também, caso a escolha venha a ser reduzir os impactos ambientais.

Quadro 5 – Ordem de prioridade para tratamento dos aspectos ambientais

ASPECTOS AMBIENTAIS	ORDEM DE PRIORIDADE	NÍVEL DE RISCO	IMPACTOS AMBIENTAIS	ORDEM DE PRIORIDADE	NÍVEL DE RISCO
Emissões atmosféricas (fumaça e odores)	1°	Elevado	Escassez dos recursos naturais	1°	Elevado
Consumo de recursos naturais (água, energia e produtos florestais)	2°	Significativo	Contaminação do ar (prejudicial à atmosfera e à camada de ozônio)	2°	Elevado
Geração de efluentes líquidos	3°	Mediano	Contaminação direta do solo	3°	Significativo
Descarte de restos de embalagens primárias	4°	Mediano	Impacto na vida selvagem, principalmente de pequenos pássaros	4°	Mediano
Geração de resíduos sólidos (cinzas)	5°	Mediano	Poluição (contaminação do solo e lençol freático)	5°	Mediano
Descarte de aparas de sabão	6°	Admissível			

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

4.4.2 Utilização da metodologia da ACV

Com o propósito de embasar uma análise mais precisa das proporções dos impactos ambientais resultantes das atividades da empresa de produção de sabão e seus efeitos sobre o meio ambiente, foi desenvolvida uma Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) do processo produtivo do sabão. O objetivo principal foi quantificar os impactos ambientais gerados pela produção da empresa.

A modelagem da ACV foi realizada através da utilização da versão 2.0 de 2023 do *software OpenLCA*. O modelo da ACV foi construído considerando a produção semanal de barras de sabão como unidade de análise, com o intuito de compreender o impacto ambiental associado à produção semanal.

Conforme informações da própria empresa, é produzido semanalmente 177 fardos de sabão, sendo que cada fardo contém 10 barras de sabão pesando 400 g cada. Dessa forma, a produção semanal totaliza 1770 barras de sabão. Os insumos (*inputs*) utilizados no processo consistem em 200 kg de sebo bovino, 350 litros de água da torneira, 100 litros de óleo reciclado, 70 kg de um agente alcalino e 2 litros de essência de eucalipto. Esses componentes foram considerados como entradas (*inputs*) no modelo de ciclo de vida, enquanto as 1770 barras de sabão produzidas semanalmente foram consideradas como saídas (*outputs*).

Considerando que os materiais estão expressos em diferentes unidades de medida (alguns em litros e outros em kg), procedeu-se à conversão dos materiais que estavam originalmente em litros. Isso foi feito com o propósito de alcançar uma maior uniformidade e precisão ao inseri-los no *software*.

Para realizar essa conversão, tornou-se necessário determinar as densidades individuais em Kg/L de cada um dos materiais, a fim de possibilitar a transição entre as unidades. Deste modo, uma vez que todas as densidades foram obtidas, a conversão foi executada através da multiplicação entre o volume e a densidade de cada material (Halliday; Resnick; Walker, 2023). Os resultados destas conversões são apresentados na Tabela 3, exibindo os valores após a conclusão desse processo.

Tabela 3 – Materiais, unidades e densidades para produção do sabão

MATERIAIS PARA PRODUÇÃO DO SABÃO						
MATERIAL	QUANTD.	UNIDADE	DENSIDADE DOS MATERIAIS	UNIDADE	CONVERSÃO (Litros para Kg)	UNIDADE
Sebo bovino	200	Kg	0,895	Kg/L	200	Kg
Água	350	L	1	Kg/L	350	Kg
Óleo	100	L	0,9117	Kg/L	91,17	Kg
Agente alcalino	70	Kg	1,52	Kg/L	70	Kg
Essência de eucalipto	2	L	0,928	Kg/L	1,86	Kg

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Os resultados provenientes da análise da ACV revelam que ao produzir 1770 barras de sabão, utilizando todas as matérias-primas empregadas pela empresa, surgem os seguintes problemas ambientais potenciais: uso de energias não renováveis no processo produtivo como aspecto ambiental; indicativos para a possibilidade de ecotoxicidade aquática; contribuições para o aquecimento global; necessidade de ocupação do solo; contribuições para a ecotoxicidade terrestre; contribuições para a acidez do solo; possibilidade de acidificação aquática; problemas pela utilização de materiais cancerígenos como aspecto ambiental; extração mineral como aspecto ambiental; emissões de inorgânicos respiratórios como aspecto ambiental; impactos pelo uso de materiais não cancerígenos; indícios de ocorrências de eutrofização aquática; emissões de partículas orgânicas respiratórios como aspecto ambiental; destruição da camada de ozônio por uso de gás CFC (clorofluorcarbonetos) e por fim, indicativos de radiação ionizante. A Tabela 6 apresenta em detalhes os aspectos e impactos ambientais identificados por meio da ACV, incluindo suas quantidades, unidades e explicações.

Tabela 4 – Identificação e quantificação dos impactos ambientais gerados pela ACV

CATEGORIA DO ASPECTO/IMPACTO	UNID. DE REFERÊNCIA	SIGNIFICADO DA UNIDADE DE REFERÊNCIA	RESULTADO
(Aspecto) Energia não-renovável	MJ primary	Megajoule de energia primária.	3422,370
Ecotoxicidade aquática	kg TEG water	Quilogramas de gás de efeito estufa equivalente (TEG) associados à água (TEG, sigla para Triethylene glycol).	705,048
Aquecimento global	kg CO2 eq	Quilograma de dióxido de carbono equivalente	275,263
ocupação do solo	m2org.arable	Metros quadrados de terra arável orgânica	65,868
Ecotoxicidade terrestre	kg TEG soil	Quilogramas de gás de efeito estufa equivalente associados ao solo (TEG, sigla para Triethylene glycol).	58,112
Acidez/nutrição terrestre	kg SO2 eq	Quilogramas de dióxido de enxofre equivalente	11,464
Acidificação aquática	kg SO2 eq	Quilogramas de dióxido de enxofre equivalente	1,465
(Aspecto) Utilização de materiais cancerígenos	kg C2H3Cl eq	Quilogramas de 1,2-dicloroeteno equivalente (C2H3Cl é a fórmula química)	0,486
(Aspecto) extração mineral	MJ surplus	Megajoules de energia excedentes	0,315
(Aspecto) Emissão de inorgânicos respiratórios	kg PM2.5 eq	Quilogramas de material particulado (partículas suspensas no ar) com diâmetro de 2,5 micrômetros ou menos, equivalente	0,255
(Aspecto) Não cancerígenos	kg C2H3Cl eq	Quilogramas de 1,2-dicloroeteno equivalente (C2H3Cl é a fórmula química).	0,029
Eutrofização aquática	kg PO4 P-lim	Quilogramas de fósforo limitante (em condições de limitação).	0,002
Orgânicos respiratórios	kg C2H4 eq	Quilogramas de eteno equivalente.	0,000
Destruição da camada de ozônio	kg CFC-11 eq	Quilogramas de clorofluorcarbono-11 equivalente (CFC-11 tipo de gás que causa a destruição da camada de ozônio).	0,000
Radiação ionizante	Bq C-14 eq	Becquerels de carbono-14 equivalente	0,000

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Com base nos resultados obtidos, a construção da ACV demonstra que durante a produção do sabão podem ser percebidos tanto aspectos, quanto impactos ambientais. Nisso, o consumo de energia não renovável emerge como um dos principais contribuintes para a degradação da atmosfera, sobretudo devido ao tempo em que as matérias-primas são processadas no tanque de processamento e aos processos de queima adotados pela empresa, que faz uso de fontes de energia fóssil, como madeira e carvão. Essas fontes são especialmente empregadas no processo de derretimento do sebo bovino e do agente alcalino.

No tocante à ecotoxicidade aquática, conforme destacado por Silva, Pompêo e Paiva (2015), esse impacto diz respeito aos efeitos das substâncias químicas sobre os organismos vivos presentes nos ecossistemas aquáticos, assim como suas interações com o *habitat* circundante. Esses efeitos podem se manifestar de maneira aguda (em exposições de curto prazo) ou crônica (em exposições prolongadas ao longo do tempo). Nesse contexto, no âmbito da produção de sabão pela empresa em estudo, o agente alcalino tende a ter um impacto negativo na qualidade dos aquíferos, corpos d'água e demais seres aquáticos que habitam essas áreas. Além disso, surgem preocupações relacionadas a problemas no lençol freático devido ao lançamento e à possibilidade de infiltração desse agente no solo.

Os resultados da ACV destacam ainda, o desafio do aquecimento global como um impacto igualmente preocupante. Isso ocorre, principalmente, devido aos processos de combustão adotados pela empresa, cujas emissões contribuem significativamente para a ocorrência desse problema. Essas emissões aumentam a probabilidade da ocorrência de chuvas ácidas e da degradação da camada de ozônio.

No âmbito da ocupação do solo para a produção de matérias-primas do sabão, é possível inferir que essa quantificação é resultado da demanda de madeira a ser queimada. Mesmo que a empresa adquira madeira por meio de compra direta, essas espécies vegetais também ocuparão espaço no solo. Ademais, é relevante considerar ainda, no mesmo sentido da madeira, a questão do sebo bovino, que requer uma parcela substancial dessa área para garantir a produção de 1770 barras de sabão semanais.

Outro impacto relevante enfatizado pela elaboração da ACV foi a evidência de ecotoxicidade terrestre. Conforme mencionado por Ferreira (2004), essa característica diz respeito à capacidade de substâncias químicas ou poluentes causarem efeitos prejudiciais em ecossistemas terrestres, como solos e organismos que habitam esse ambiente. Esse impacto ocorre principalmente devido ao lançamento direto de efluentes no solo, como

exemplificado por efluentes processados contendo componentes como óleo e agentes alcalinos.

Outro impacto primordial identificado na elaboração da ACV diz respeito à acidez do solo. A métrica de 11,464 kg SO₂eq (Quilogramas de dióxido de enxofre equivalente) indica o potencial de impacto em termos de acidez e/ou fertilidade do solo, resultado da emissão de substâncias como dióxido de enxofre e outros poluentes relacionados no ambiente. Esse efeito se manifesta durante o processo de geração de cinzas, que também são liberadas, juntamente com outros resíduos, cujo destino precisa de uma gestão ambientalmente adequada.

Os impactos ambientais decorrentes da utilização de materiais cancerígenos, da extração mineral, particularmente no âmbito energético, e da emissão de componentes inorgânicos que resultam na contaminação através da presença de partículas em suspensão no ar, são identificados como impactos cuja classificação se enquadra na categoria de tratamento de urgência intermediária. Com isso, diante de uma eventual negligência em relação a esses aspectos, pode-se haver o agravamento de suas incidências, resultando em um impacto ainda mais prejudicial ao meio ambiente.

No que diz respeito aos aspectos ambientais, como a utilização de materiais não cancerígenos, a potencial ocorrência de eutrofização aquática, a emissão de elementos orgânicos, a degradação da camada de ozônio causada pelo uso de CFCs e a possibilidade de radiações ionizantes, esses se mostraram como aspectos ambientais que, embora tenham demonstrado sinais e alguma contribuição para a degradação ambiental, são caracterizados por apresentar índices mais baixos de influência. Isso sugere que, caso os principais impactos ambientais sejam combatidos, a mitigação e a eventual eliminação desses impactos menores ocorrerão como uma consequência natural.

É preciso destacar ainda, que ao considerar a identificação precisa dos materiais empregados na produção das 1770 barras de sabão, a construção da ACV revelou que o emprego do sebo bovino (73,28%) e a utilização do agente alcalino (26,72%) são os elementos mais críticos e que mais significativamente contribuem para os impactos ambientais. Dentre esses dois, a utilização do sebo bovino aparece como o que mais notadamente contribui para os impactos ambientais, especialmente devido ao processo requerido para seu derretimento e incorporação à mistura de produção do sabão.

Em sequência à consideração do sebo bovino, a utilização do agente alcalino surge como a segunda matéria-prima que mais gera impacto ambiental. Entre os impactos resultantes desses dois elementos, destacam-se o aquecimento global, as acidificações

aquáticas, a extração mineral, o consumo de energia não renovável, a destruição da camada de ozônio, a emissão de componentes inorgânicos respiratórios, a acidez do solo e a ecotoxicidade terrestre.

A Tabela 5 apresenta uma comparação detalhada entre os impactos decorrentes do uso do sebo bovino e do agente alcalino, incluindo suas respectivas quantidades e unidades de medida.

Tabela 5 – Comparação dos impactos entre o uso de sebo bovino e agente alcalino

CATEGORIA DO IMPACTO	SEBO BOVINO	AGENTE ALCALINO	UNIDADE
	VALOR	VALOR	
Aquecimento global	1.705	1.047	kg CO2 eq
Acidificações aquáticas	1.074	0.391	Kg SO2 eq
(Aspecto) Extração mineral	0.314	7.896	MJ surplus
(Aspecto) Energia não renovável	2.296	1.127	MJ Primary
Destruição da camada de ozônio	9.120	5.401	Kg CFC-11
(Aspecto) Inorgânicos respiratórios	0.184	0.071	Kg PM2.5
Acidez terrestre	8.395	3.069	Kg SO2 eq
Ecotoxicidade terrestre	58.094	0.018	Kg TEG soil

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

4.5 Propostas de melhorias

Após identificar, classificar e definir os principais aspectos e impactos ambientais que requerem tratamento prioritário utilizando a abordagem da matriz de Leopold, e posteriormente aprofundar essa avaliação por meio da elaboração de uma ACV com o suporte do *software OpenLCA*, tornou-se possível tanto estimar quanto traçar potenciais propostas de melhorias, cujo objetivo comum é proporcionar a possibilidade de que a indústria estudada venha a se tornar um modelo local e regional em responsabilidade ambiental. Nisso, as subseções seguintes detalham as propostas de melhoria sugeridas, com base nos aspectos ambientais mais urgentes.

4.5.1 Emissões atmosféricas (fumaça e odores)

Uma vez que as emissões atmosféricas se destacaram como o aspecto ambiental mais urgente, propõe-se então, que a empresa avalie a possibilidade de aderir à implementação da norma NBR ISO 14.064 - Gestão de Emissão de Gases de Efeito Estufa. Essa medida torna-se especialmente relevante devido boa parte das atividades da empresa envolver processos de queima.

Segundo Ribeiro (2019), que ao desenvolver um estudo que analisa a adoção de estratégias úteis que contribuam para a redução e mitigação de emissão de GEE, enfatizou

que a busca pela implementação da norma ISO 14064 deve ser considerada uma das principais estratégias para setores que priorizam a responsabilidade ambiental. De acordo com o mesmo autor, a obtenção dessa norma contribui para o aprimoramento dos métodos e técnicas utilizados na avaliação, monitoramento e controle das emissões de GEE.

Logo, com a obtenção da norma ISO 14.064, tornaria-se possível para a empresa do estudo, medir, gerenciar, diminuir e relatar suas emissões de forma padronizada, controlada e confiável. Essa medição e controle também permitiria a possibilidade da empresa identificar as principais fontes associadas a emissões de GEE, bem como categorizá-las de acordo com o seu tipo e escopo.

Segundo a NBR ISO 14064 (ABNT, 2022) as emissões de GEE podem ser categorizadas em três tipos, as quais são: Emissões e remoções diretas (escopo 1), que engloba todas as emissões referentes a combustão estacionária, combustão móvel, emissões fugitivas, processos industriais e uso de material, processos agrícolas, tratamento de efluentes e resíduos sólidos. O segundo tipo refere-se as emissões indiretas por uso e consumo de energia (escopo 2), enquanto que o terceiro tipo trata de outras emissões indiretas (escopo 3), como emissões geradas para a produção dos insumos, emissões resultantes do tratamento de resíduos gerados a partir de atividades organizacionais, transporte dos insumos adquiridos e entre outros.

Além disso, caso a empresa considere a possibilidade de manter seus processos de produção como estão no presente, uma proposta de melhoria para reduzir a emissão de fumaça resultante dos processos de queima é a aquisição e instalação de filtros de manga, lavadores de fumaça e/ou sistemas de purificação do ar que possam ser acoplados à chaminé de fumaça do forno à lenha da empresa. Com a realização dessa implementação, tornaria-se possível a remoção e posterior redução de substâncias gasosas poluentes emitidas para a atmosfera.

Além disso, Lacerda (2022), pontua que a utilização de filtros em fornos de empresas surge como uma alternativa relevante, pois estes equipamentos, geralmente operam com alta eficiência de coleta, já que o ar contaminado passa por uma grande área filtrante onde o pó separado forma uma camada densa na superfície do meio filtrante, reduzindo emissões diretas para a atmosfera e contribuindo para a existência de uma produção mais consciente e com menos consequências ambientais.

Considerando a emissão de fortes odores que ocorrem durante o derretimento do sebo bovino, e caso a empresa opte por continuar com esse processo como é feito atualmente, sugere-se como proposta de melhoria a utilização de tampas adaptáveis para

os tambores onde o sebo é derretido. Essas tampas poderiam ser improvisadas e adaptadas aos tambores, com a capacidade de reter os odores durante o derretimento e evitar que se espalhem pelo ambiente.

Além disso, outra sugestão para melhorar a situação, seria a possibilidade de a empresa adquirir filtros de odores e implementar esse sistema no local onde o sebo é derretido ou na saída dos gases dos tambores. Esses filtros seriam responsáveis por reter os odores antes de serem liberados no ambiente, o que poderia reduzir o desconforto causado pelo mau cheiro.

4.5.2 Consumo de recursos naturais (água, energia e produtos florestais)

Caso seja uma opção da empresa se manter utilizando a lenha como um dos componentes essenciais em seus processos de queima, como ocorre no presente, é recomendável considerar a aquisição do selo FSC (*Forest Stewardship Council*) como uma proposta de melhoria.

Conforme destacado nos resultados obtidos pelo trabalho desenvolvido por Panzarini e Nachornik (2021), a certificação FSC é uma ferramenta técnica e legal que está à disposição das organizações para alcançar o desenvolvimento ambientalmente adequado no que tange a todas as ações que possuam, direta ou indiretamente algum impacto no meio ambiente, sendo a curto, médio ou longo prazos.

A obtenção desta certificação poderá garantir que a madeira e outros produtos florestais utilizados pela empresa sejam provenientes de fontes sustentáveis, manuseados de forma ambientalmente adequada e originados de reflorestamento.

Caso seja uma alternativa futura da empresa expandir sua linha de produção, diversas propostas de melhoria poderiam ser sugeridas voltadas para a aquisição de sistemas mais automatizados. No entanto, considerando o tamanho e porte da empresa e suas características produtivas, uma alternativa automatizada que contribuiria para a redução de impactos ambientais negativos, seria a possibilidade de trocar o forno artesanal à lenha da empresa por um forno elétrico. Com a substituição do forno, dispensaria-se a necessidade de uso de madeira ou combustíveis sólidos, uma vez que a fonte principal de energia seria a eletricidade.

Além disso, Silva *et al.* (2019), fundamenta a sugestão apresentada, uma vez que ao conduzirem uma pesquisa que ofereceu sugestões para aprimorar as atividades no setor de panificação, enfatizaram como uma estratégia relevante para as operações industriais

em geral, que empregam fornos a gás ou lenha, a substituição destes por fornos elétricos. Essa mudança se apresenta como uma oportunidade de melhoria a ser considerada.

Considerando a possibilidade de a empresa adquirir um forno elétrico e o consequente aumento do uso de energia elétrica, sugere-se a adoção da obtenção de painéis solares para que a empresa possa funcionar com base em energia renovável. Segundo Ribeiro (2018), o sistema de utilização e implementação de energia elétrica através da energia solar é relativamente simples, confiável, segura, e rentável, além de ser uma energia ecológica, sustentável, renovável, limpa e eficiente, contribui para tornar o segmento industrial mais consciente e ambientalmente responsável no que diz respeito ao consumo de energia.

Logo, para a empresa do estudo de caso, a energia obtida da luz solar e convertida em energia elétrica, alimentaria o forno e demais equipamentos elétricos, tornando-se uma alternativa benéfica para o derretimento do sebo bovino, o qual poderia ser realizado com energia elétrica, dispensando o uso de madeira.

Além disso, essa sugestão torna-se viável, sobretudo devido a localização da empresa ser no nordeste brasileiro, onde a incidência de raios solares é abundante. Logo, essa condição favorece a implementação desta estratégia e resultaria, possivelmente, em uma redução da dependência de fontes de energia não renováveis.

4.5.3 Geração de efluentes líquidos

Considerando que os lançamentos de efluentes emitidos pela indústria em questão ocorrem em baixas proporções, principalmente no momento de limpeza do tanque de processamento, sugere-se como proposta de melhoria, a construção de uma lagoa de estabilização em pequena escala.

Segundo Silva Filho (2007), essas lagoas são basicamente biorreatores naturais, que consistem em corpos de água calma, com profundidade relativamente baixa. Este autor pontua também que elas são projetadas para conter e tratar resíduos específicos, incluindo aqueles de origem doméstica e industrial. O principal objetivo dessas lagoas é alcançar a estabilização da matéria orgânica presente nos resíduos por meio de processos biológicos naturais. Logo, a construção desta lagoa funcionaria sobretudo para o controle de volumes menores de água, como é o caso da indústria em questão.

Para efetuar a construção da lagoa, seria essencial que a proprietária da empresa avalie a possibilidade de conduzir um estudo detalhado para identificar uma área apropriada no terreno da indústria. A prioridade seria encontrar um local com solo

permeável e livre de potenciais riscos de contaminação de aquíferos subterrâneos, lagoas ou corpos d'água próximos, de modo a possibilitar a criação da lagoa.

A estrutura da lagoa seria erguida em alvenaria, para evitar contato direto com o solo e revestida com um material permeável, como cascalho ou pedras de brita. Essa escolha facilitaria a infiltração da água e a retenção de resíduos sólidos. Em outras palavras, as partículas sólidas presentes na água seriam depositadas no leito da lagoa, promovendo a separação da água líquida da parte mais sólida.

A quantidade e qualidade da água retida determinariam sua utilização viável para fins não potáveis na indústria, como a irrigação de áreas verdes internas à empresa. A lagoa de estabilização, como vantagem ambiental, proporcionaria um tratamento natural dos efluentes, eliminando a necessidade de sistemas de tratamento complexos. Adicionalmente, o sistema de irrigação resultante incentivaria atividades de reflorestamento, preservação ambiental e práticas de plantio responsáveis (Brandão; Mota; Maia, 2002).

Ao empregar a água tratada da lagoa, a indústria poderia reduzir a demanda por água potável, minimizando a quantidade de água desperdiçada e não utilizada. Quanto à gestão dos resíduos sólidos acumulados no fundo da lagoa, a remoção periódica seria conduzida, com a destinação adequada para centros de coleta de resíduos sólidos.

4.5.4 Descarte de restos de embalagens primárias e Geração de resíduos sólidos (cinzas)

Considerando que os atuais processos de embalagem dos produtos da empresa consomem uma quantidade significativa de papel e plástico, sugere-se como proposta de melhoria que a empresa avalie a possibilidade de adotar o uso de embalagens biodegradáveis para envolver seus produtos, como, por exemplo, o uso de papel reciclado. Pois, conforme aborda Engel (2022), o uso de embalagens biodegradáveis surge como uma alternativa sustentável bastante promissora para minimizar problemas ambientais, sociais e econômicos.

De tal forma, a possibilidade de aquisição desses materiais contribuiria para a redução do consumo e disseminação de plástico na empresa, além de promover a conservação dos recursos naturais, estimular a indústria de reciclagem e gerar menos resíduos impactantes ao meio ambiente.

Em adição, pode-se fornecer ainda alguns direcionamentos, em que para os resíduos provenientes de embalagens excedentes, a empresa avalie a possibilidade de

firmar parcerias com empresas especializadas em reciclagem e coleta. Esse passo tende a ser importante para ajudar no melhor gerenciamento desses resíduos e assegurar para eles uma disposição condizente com princípios ambientais.

Kumar e Malegeant (2006) indicam que parcerias estratégicas entre empresas e organizações ambientais sem fins lucrativos podem acarretar vantagens significativas, como o estabelecimento de uma imagem sustentável e ecologicamente responsável, aumento dos lucros, além da oportunidade de terceirizar processos na cadeia de ciclo fechado, permitindo que a empresa se concentre plenamente em suas atividades principais.

Adicionalmente, a empresa também poderia analisar a possibilidade de instalar lixeiras seletivas identificadas por cores nas proximidades, promovendo a separação dos resíduos de acordo com suas categorias. Essa abordagem facilitaria a posterior coleta pela empresa de reciclagem, encarregada de sua destinação apropriada.

No que diz respeito aos resíduos resultantes da queima da madeira (cinzas), existe a possibilidade de a empresa de reciclagem coletá-las, encaminhando-as para outros processos produtivos ou até mesmo comercializando-as como subprodutos. Vale ressaltar que as cinzas possuem um pH alcalino, o que abre a oportunidade para a empresa implementar uma estratégia de distribuição dessas cinzas aos agricultores como uma prática agroecológica para enriquecer suas atividades de plantio, corrigindo o pH (acidez) do solo e aumentando sua capacidade de retenção de água, favorável aos plantios (Cacuro; Waldman, 2015).

As cinzas têm um valor considerável como fertilizante natural ou podem ser empregadas em compostagens, funcionando como um adubo sustentável para as culturas. Entretanto, é crucial observar que o uso das cinzas não deve ser realizado próximo a corpos d'água, a fim de evitar impactos negativos na vida aquática presente (Arruda *et al.*, 2016).

4.5.5 Descarte de aparas de sabão

Embora a geração de resíduos sólidos na empresa em estudo seja um aspecto ambiental que ocorre em proporções relativamente baixas, é essencial estabelecer um controle eficiente para garantir a destinação ambientalmente adequada que tais resíduos merecem. Nesse sentido, propõe-se como medida de melhoria, que a empresa avalie a possibilidade de criação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS).

Segundo Souza *et al.* (2022), a elaboração do PGR é uma importante forma de adequação às normas e leis relacionadas aos Resíduos Sólidos Industriais (RSI), a fim de minimizar a poluição ambiental causada pelas atividades industriais.

Logo, com o PGR, a empresa poderá identificar a quantidade, o tipo e a origem dos resíduos gerados, além de ter a capacidade de poder definir ações para reduzir, reciclar ou reutilizar esses materiais. Isso, conseqüentemente, não apenas minimizará a ocorrência de impactos ambientais negativos, como também poderá resultar em economia de custos para a empresa, como por exemplo, no consumo de matéria prima e no uso de recursos. Além disso, o PGR suscita a possibilidade de fazer com que a empresa demonstre o seu comprometimento com a responsabilidade ambiental, o que fortalecerá sua imagem no mercado e com a comunidade local.

Por fim, como última e fundamental melhoria a ser sugerida, sobretudo visando a possibilidade de estimular a necessidade de uma consciência ambiental mais efetiva dentro da indústria estudada, sugere-se a obtenção da certificação NBR ISO 14001/2015, que refere-se à implementação de um sistema de gestão ambiental (SGA), para reformular sua estrutura organizacional, onde a promoção da sustentabilidade e a responsabilidade ambiental passariam a se tornar atividades constantes na empresa.

De acordo com Rodrigues (2023), que ao implementar um SGA em uma empresa de saneantes, obteve por comprovação que a implementação deste sistema auxilia na administração consciente de aspectos ambientais relacionados a gerenciamento de resíduos sólidos, efluentes, consumo de água, energia e segurança de trabalho. Além disso, o referido autor destaca ainda que ao se ter um SGA fazendo parte do sistema geral de gerenciamento de uma organização, será possível cumprir os requisitos legais e lidar com os riscos e oportunidades relacionados ao meio ambiente.

Logo, com a criação e implementação do SGA, a empresa poderia entrar em conformidade legal com o meio ambiente, reduziria sua incidência de impactos ambientais negativos, adotaria formas conscientes quanto ao uso de recursos e se tornaria um modelo local em responsabilidade e conscientização ambiental. O Quadro 6 resume os aspectos e impactos ambientais listados, bem como apresenta as propostas de melhoria que foram sugeridas.

Quadro 6 – Síntese dos aspectos e impactos ambientais e propostas de melhorias

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	PROPOSTA DE MELHORIA
Emissões atmosféricas (fumaça e odores)	Contaminação do ar (prejudicial à atmosfera e à camada de ozônio)	Aquisição da NBR ISO 14.064 (Quantificação e emissão de gases de efeito estufa); Aquisição e instalação de filtros de mangas lavadores de fumaça e/ou sistemas de purificação do ar; Utilização de tampas adaptáveis para os tambores onde o sebo é derretido; Adquirir filtros de odores e implementar esse sistema no local onde o sebo é derretido ou na saída dos gases dos tambores
Consumo de recursos naturais (água, energia e produtos florestais)	Escassez dos recursos naturais	Aquisição do selo FSC (<i>Forest Stewardship Council</i>); Trocar o forno artesanal à lenha por forno elétrico; Obter painéis solares para que a empresa possa funcionar à base de energia renovável
Geração de efluentes líquidos	Contaminação direta do solo	Construção de uma lagoa de estabilização em pequena escala
Descarte de restos de embalagens primárias Geração de resíduos sólidos (cinzas)	Poluição (contaminação do solo e lençol freático)	Possibilidade de adotar o uso de embalagens biodegradáveis; Estabelecer parcerias com empresas especializadas em reciclagem e coleta; Adotar o sistema de coleta de resíduos com uso de lixeiras seletivas, identificadas por cores Implementar uma estratégia de distribuição dessas cinzas a agricultores locais
Descarte de aparas de sabão	Impacto na vida selvagem (pequenos pássaros)	Criação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos (PGR)

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o objetivo deste trabalho, que foi sugerir propostas de melhoria para redução de impactos ambientais negativos em uma empresa de produção artesanal de sabão, utilizando o método do estudo de caso, foi possível constatar que, mesmo pequenas empresas podem contribuir para a incidência de impactos ambientais negativos. Logo, é fundamental que a indústria de saneantes, produtos de limpeza, sabão e similares como um todo adote medidas efetivas para melhor gerir seus aspectos, resultando em uma redução de seus impactos ambientais, promovendo assim a capacidade de promover uma produção mais sustentável.

Com isso, os principais resultados neste estudo permitiram inferir que a pesquisa na literatura contribuiu para uma análise mais aprofundada dos conceitos essenciais que orientaram o estudo, como os assuntos relacionados à gestão ambiental empresarial e aos conceitos de aspectos e impactos ambientais. Além disso, essa revisão proporcionou o entendimento sobre as estratégias ambientais que têm sido mencionadas na literatura para identificar, classificar e analisar os aspectos ambientais no segmento industrial, bem como para mitigar os impactos negativos no meio ambiente.

Em adição, o mapeamento do processo de produção de sabão se mostrou uma abordagem relevante e abrangente que possibilitou uma compreensão ampla dos aspectos ambientais da empresa com maior potencial de causar impactos ambientais.

A classificação dos aspectos e impactos de acordo com a matriz de Leopold também se mostrou uma alternativa relevante, pois forneceu indicativos sobre para onde direcionar as ações, o que poderia ser mantido e o que necessitava de intervenções mais urgentes.

Com isso, a matriz de Leopold evidenciou que, ao direcionar uma atenção mais proativa e interventiva aos seus aspectos ambientais, a empresa pode reduzir a probabilidade de ocorrência de impactos ambientais. Esse foco é particularmente significativo porque, ao diminuir ou destinar de maneira ambientalmente adequada os resíduos e emissões gerados (que são os principais aspectos cuja atenção da indústria deve ser necessária), bem como controlar o consumo de recursos naturais, as contaminações e poluições subsequentes poderão ser reduzidas e possivelmente mitigadas.

Consequentemente, a empresa manterá um controle abrangente e eficaz sobre a incidência de impactos ambientais, contribuindo para a preservação da natureza. Isso se torna especialmente válido se a empresa dedicar uma atenção antecipada para prever a

ocorrência de impactos, e, essa dedicação poderá acontecer através do controle dos aspectos ambientais, ou seja, das atividades da empresa relacionadas ao meio ambiente. Nesse sentido, a empresa deve assegurar e tentar buscar meios para que essa relação ocorra da forma mais saudável e consciente possível.

A elaboração da ACV, por sua vez, permitiu uma análise mais profunda de como o processo produtivo do sabão influencia o meio ambiente, destacando os principais impactos ambientais associados a essa produção. Dessa forma, com a realização dessas atividades e considerando os resultados obtidos, é possível afirmar que os objetivos propostos foram alcançados, demonstrando a eficácia da pesquisa em sua missão.

Com isso, tornou-se evidente que os principais aspectos ambientais que ocorrem na empresa durante o processo de fabricação de sabão são as emissões atmosféricas (fumaça e odores), o consumo de recursos naturais (água, energia e produtos florestais), a geração de efluentes líquidos, descarte de restos de embalagens primárias, geração de resíduos sólidos (cinzas) e descarte de aparas de sabão. No que diz respeito aos impactos ambientais, a matriz de Leopold pôde destacar impactos como a contaminação do ar (prejudicial à atmosfera e à camada de ozônio), a escassez dos recursos naturais, contaminação direta do solo, a poluição (contaminação do solo e lençól freático) e os Impacto na vida selvagem, principalmente de pequenos pássaros. Em adição, a construção da ACV por sua vez, destacou impactos ambientais como o aumento do aquecimento global, acidificações aquáticas, extração mineral, utilização de fontes de energia não renovável, destruição da camada de ozônio, emissão de inorgânicos respiratórios, acidez terrestre e indicativos de ecotoxicidade terrestre.

É possível destacar ainda, que a construção do estudo também permitiu responder ao problema de pesquisa concebido, que era: Quais seriam as melhores propostas de práticas para a redução de impactos ambientais negativos em uma empresa que produz sabão de forma artesanal?. Com isso, foi demonstrado que esse objetivo é alcançado por meio do mapeamento e identificação dos aspectos ambientais com potencial para gerar impactos negativos. Essa identificação é facilitada por técnicas como o mapeamento de processos e, principalmente, pela utilização da matriz de Leopold e da ferramenta da ACV. Essas ferramentas fornecem uma compreensão mais precisa dos aspectos que requerem intervenção e dos impactos ambientais mais significativos, oferecendo indicações sobre onde agir para combatê-los.

Portanto, após identificar, classificar e analisar tanto os aspectos quanto os impactos ambientais com o auxílio da matriz de Leopold e da elaboração de uma ACV,

tornou-se possível propor melhorias para a empresa, destacando entre elas, a aquisição da NBR ISO 14.064 (Quantificação e emissão de gases de efeito estufa); aquisição e instalação de filtros de mangas lavadores de fumaça e/ou sistemas de purificação do ar; utilização de tampas adaptáveis para os tambores onde o sebo é derretido; aquisição de filtros de odores para conter suas emissões; aquisição do selo FSC (*Forest Stewardship Council*); possibilidade de trocado forno artesanal à lenha por forno elétrico; obtenção de painéis solares para que a empresa funcione à base de energia renovável; construção de uma lagoa de estabilização em pequena escala; possibilidade para adesão ao uso de embalagens biodegradáveis; estabelecimento de parcerias com empresas especializadas em reciclagem e coleta; possibilidade para adesão ao sistema de coleta seletiva de resíduos; criação de estratégias para distribuição de cinzas a agricultores locais, e, por fim, a criação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos (PGR).

É importante mencionar ainda, que da mesma forma que em outros estudos, este também apresentou algumas limitações e dificuldades, principalmente na determinação do nível de pontuação a ser atribuído a cada aspecto e impacto ambiental durante a construção da matriz de Leopold. O processo de tomada de decisão passou por várias revisões durante a elaboração do trabalho, o que acabou prolongando o tempo necessário para a sua conclusão como um todo.

Outra dificuldade que merece destaque foi o tempo necessário para aprender a utilizar o *software OpenLCA*. Há pouca bibliografia disponível que tenha feito uso dessa ferramenta, e também há poucos exemplos de como utilizá-la. Além disso, o escasso conteúdo encontrado, tanto teórico quanto áudio-visual, estava predominantemente em inglês, o que tornou a análise dos dados um processo mais demorado.

Por fim, conclui-se pontuando que estudos futuros podem explorar como o grau de conscientização ambiental dos proprietários de microempresas pode influenciar nas decisões relacionadas à adoção de práticas sustentáveis. Futuros trabalhos também podem buscar realizar a aplicação de Matriz de Leopold em outros setores industriais, a fim de identificar as principais semelhanças e diferenças nas análises de impacto ambiental. Também pode ser relevante, a realização de uma análise comparativa entre diferentes setores de empresas, investigando como a implementação de práticas sustentáveis varia entre eles, com base nos desafios e nas oportunidades específicas de cada setor.

REFERÊNCIAS

- ABIPLA - Associação Brasileira das Indústrias de Produtos de Limpeza. **Anuário 2022**. 2022. Disponível em: <https://abipla.org.br/wp-content/uploads/2023/01/11781_-ANUARIO-ABIPLA_2022_17-01-23_V_BAIXA_compressed.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2023.
- ALVES, R. R. *et al.* **Certificação florestal: Da floresta ao consumidor final**. Viçosa, MG: UFV, 2022.
- ARAÚJO, A. S. **Avaliação do ciclo de vida, aplicação na mineração do ouro**. 2023. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/38928>>. Acesso em: 26 ago. 2023.
- ARAÚJO, I. R. S. **Simulação da dispersão de poluentes atmosféricos e avaliação da qualidade do ar na área de abrangência do Distrito Industrial de Barcarena-PA**. 2012. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Belém, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufpa.br/handle/2011/6843>>. Acesso em: 07 set. 2023.
- ARAÚJO, J. E. **Estudo da viabilidade e melhoria produtiva em uma linha de produção de sabão artesanal**. 2022. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/8704>>. Acesso em: 21 abr. 2023.
- ARRUDA, J. A. *et al.* Uso da cinza de biomassa na agricultura: efeitos sobre atributos do solo e resposta das culturas. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, João Pessoa, n. 30, p. 18-30, set. 2016. ISSN 2447-9187. Disponível em: <<https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/455>>. Acesso em: 20 Ago. 2023.
- ASSOCIAÇÃO Brasileira De Normas Técnicas. **NBR ISO 14001 – Sistema de gestão ambiental: Requisitos com orientações para uso**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14040: Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura**. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.
- ASSOCIAÇÃO Brasileira De Normas Técnicas. **NBR ISO 14064 – Gases de efeito estufa – Parte 1: Especificação com orientação no nível da organização para quantificação e notificação de emissões e remoções de gases de efeito estufa**. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.
- ASSUNÇÃO, D. F. *et al.* **Gestão ambiental nas organizações**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração) – Instituto Federal Goiano, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/3691>>. Acesso em: 25 set. 2023.

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: Conceitos, modelos e instrumentos**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

BARROS, L. J. Certificação ambiental—análise da produção científica na base de dados web of science/ISI. **South American Development Society Journal**, v. 8, n. 24, p. 167, 2022. Disponível em: <<https://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/525>>. Acesso em: 31 mai. 2023.

BARSANO, P. R.; BARBOSA, R. P. **Gestão Ambiental**. São Paulo: Érica, 2014.

BESSA NETO, L. J.; SOMBRA JR, F. S.; GUERRA, F. K. O. M. V. Análise da implementação de medidas de eficiência energética em uma indústria cerâmica de pequeno porte em Russas/CE. **Revista Eletrônica de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica**, v. 3, n. 1, p. 25-34, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/r4em/article/view/9964>>. Acesso em: 31 mai. 2023.

BOLDRIN, M. T. N.; CUTRIM, A. O. Avaliação de impactos potenciais nas águas subterrâneas urbanas de Sinop (MT) usando a matriz de Leopold. **Geosciences= Geociências**, v. 33, n. 1, p. 89-105, 2014. Disponível em: <<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/8642>>. Acesso em: 08 mai. 2023.

BORGES, J. G. A importância da responsabilidade social na alavancagem da marca das empresas. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 2, n. 5, 2021. Disponível em: <<https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/386>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

BRANDÃO, L. P.; MOTA, S.; MAIA, L. F. **Perspectivas do uso de efluentes de lagoas de estabilização em irrigação**. In: Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 6., 2002, Vitória. Anais, Vitória: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002. p. 1-7. Disponível em: <<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/9321>>. Acesso em: 20 ago. 2023.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. **Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 03 ago. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 25 set. 2023.

BUENO, P. T.; TAGLIARI, L. D. Avaliação de aspectos e impactos ambientais e propostas de ações sustentáveis através da produção mais limpa em uma agroindústria de abate de suínos da região sul do Brasil. **Revista de engenharia e tecnologia**, v. 13, n. 4, 2021. Disponível em: <<https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/19487>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

CACURO, T. A.; WALDMAN, W. R. Cinzas da queima de biomassa: aplicações e potencialidades. **Revista virtual de Química**, v. 7, n. 6, p. 2154-2165, 2015. Disponível em: <<https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/990>>. Acesso em: 20 ago. 2023.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Legislação Brasileira sobre Meio Ambiente**. 2. ed. Brasília: Edições Câmara, 2010.

CARVALHO, D. S. M. **Economia Circular**. São Paulo: Platos Soluções Educacionais S.A., 2021.

CAVALCANTE, L. G.; LEITE, A. O. S. Aplicação da Matriz de Leopold como ferramenta de avaliação dos aspectos e impactos ambientais em uma fábrica de botijões. **Revista tecnologia**, v. 37, n. 1/2, p. 111-124, 2016. Disponível em: <<https://ojs.unifor.br/tec/article/view/5698>>. Acesso em: 20 mai. 2023.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental**. Resolução nº 01, de 23 de janeiro de 1986. Disponível em: <<https://www2.ima.al.gov.br/wizard/docs/RESOLU%c3%87%c3%83O%20CONAMA%20N%c2%ba001.1986.pdf>>. Acesso em: 29 fev. 2023.

CONTARTESI, F.; MELCHIADES, F. G.; BOSCHI, A. O. Avaliação do Ciclo de Vida (ACV): Uma ferramenta para a redução do impacto ambiental dos revestimentos cerâmicos. **Cerâmica Industrial**, v. 24, n. 2, p. 30-44, 2019. Disponível em: <<https://www.ceramicaindustrial.org.br/article/10.4322/cerind.2019.011/pdf/ci-24-2-30.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

COSTA, R. F.; FIGUEIREDO, F. F. Identificação dos impactos ambientais na instalação de um parque eólico. **Líder: revista labor interdisciplinaria de desarrollo regional**, n. 34, p. 84-108, 2019. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7305130>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

DANTAS, R. L. **Proposta de práticas de produção mais limpa para uma empresa de produtos de limpeza**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Angicos, RN, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/8013>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

DIAS, E. G.; SANTOS, J. J. A. Gestão ambiental empresarial: entendimento dos gestores empresariais da zona comercial de lavras da Mangabeira/CE. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 6, n. 1, p. 19-43, 2021. Disponível em: <<http://www.relise.eco.br/index.php/relise/article/view/257>>. Acesso em: 29 mai. 2023.

DUARTE, I. *et al.* Uma atividade sustentável: produção de sabão a partir da gordura gerada no processo produtivo de um laticínio. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS**, v. 6, n. 2, p. 142-142, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/8578>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

ENGEL, J. B. **Desenvolvimento de embalagens e vedantes biodegradáveis a partir de materiais renováveis e resíduos agroindustriais**. 2022. 237 f. Tese (Doutorado em engenharia química) – Departamento de engenharia química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/250520>>. Acesso em: 10 ago. 2023.

FAGUNDES, C. M. C.; VEIGA, L. B. E.; SOUZA, S. L. Q. Produção mais limpa em uma indústria de laticínios: boas práticas de gestão ambiental. **Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**, v. 1, n. 2, p. 45-63, 2020. Disponível em: <<https://revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/alimentos/article/view/1366>>. Acesso em: 29 set. 2023.

FELIPE, R. J. T. **Produção de sabão em barra a partir do óleo de cozinha usado em escala industrial**. 2022. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/46464>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

FERREIRA, J. V. R. **Análise de ciclo de vida dos produtos**. 2004. Instituto Politécnico de Viseu. Disponível em: <<https://www.estgv.ipv.pt/paginaspessoais/jvf/gest%C3%A3o%20ambiental%20-%20an%C3%A1lise%20de%20ciclo%20de%20vida.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2023.

FIERN, Federação das Indústrias do Rio Grande do Norte. **Guia Industrial**. Base de dados, 2021. Disponível em: <<https://www.fiern.org.br/mercado-e-economia/>>. Acesso em: 20 ago. 2023.

FINKLER, R. *et al.* **Fundamentos da engenharia ambiental**. Porto Alegre : SAGAH, 2018.

FRANZOSI, F. **Diagnóstico do gerenciamento de resíduos sólidos de saúde dos hospitais do extremo oeste do estado de Santa Catarina**. 2017. 103 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia ambiental) Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.unisc.br/jspui/handle/11624/1523>>. Acesso em: 28 ago. 2023.

FREIRE, P. A. L. GESTÃO QUALIDADE E IMPACTOS AMBIENTAIS. **Unificada: Revista Multidisciplinar da FAUESP**, v. 4, n. 8, p. 71-81, 2023. Disponível em: <<http://revista.faespp.com.br/index.php/Unificada/article/view/64>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

FREITAS MOTA, L. *et al.* Construções sustentáveis, desenvolvimento econômico e a desengenharia: otimização dos recursos naturais. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 6, n. 2, p. 221-242, 2021. Disponível em: <<http://www.relise.eco.br/index.php/relise/article/view/468>>. Acesso em: 29 mai. 2023.

FREITAS, G. P. *et al.* Identificação de impactos ambientais em empreendimento ou atividade de indústria química. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 5, p. 11, 2015. Disponível em:

<<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7322075>>. Acesso em: 11 mai. 2023.

FREITAS, V. J. **Impactos ambientais do não descomissionamento de ativos: análises em uma organização do setor de mineração**. 2020. 83 f. Monografia (MBA em Gestão de Ativos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2020. Disponível em: <<http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/28603>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

GARCIA, R. A. R.; SALVADOR, N. N. B.; MAINTINGUER, S. I. Compliance e certificações ambientais das usinas sucroalcooleiras como forma de proteção ambiental. **UNIFUNEC Científica Multidisciplinar**, Santa Fé do Sul, São Paulo, v. 11, n. 13, p. 1–16, 2022. Disponível em: <<https://seer.unifunec.edu.br/index.php/rfc/article/view/5615>>. Acesso em: 31 mai. 2023.

GREENDELTA. **OpenLCA – the Life Cycle and Sustainability Modeling Suite**. 2022. Disponível em: <<https://www.openlca.org/openlca/>>. Acesso em: 25 Fev. 2023.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física – Mecânica**. Volume 1. Grupo GEN, 2023.

IBICT - Instituto Brasileiro De Informação Em Ciência E Tecnologia. **Desenvolvimento sustentável e avaliação do ciclo de vida**. Brasília: Ibict: CNI, 2014. Disponível em: <https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/71/e5/71e537f3-aae0-4fe5-b714-5a46a8d57702/desenvolvimento_sustentavel_e_avaliacao_do_ciclo_de_vida.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2023.

ITC - Instituto de Tecnologia e Sociedade do Rio. **Mudanças climáticas na percepção dos brasileiros: Relatório de análise**. 2022. Disponível em: <https://itsrio.org/wp-content/uploads/2022/03/IPEC_Percepcao-sobre-queimadas-Relatorio_final.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2023.

JABBOUR, A. B. L. S.; JABBOUR, C. J. C. **Gestão ambiental nas organizações: Fundamentos e tendências**. São Paulo: Atlas, 2013.

JESUS, M. S. *et al.* Métodos de avaliação de impactos ambientais: uma revisão bibliográfica. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 38039-38070, 2021. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/28128>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

KUMAR, S.; MALEGEANT, P. Strategic alliance in a closed-loop supply chain, a case of manufacturer and eco-non-profit organization. **Technovation**, v. 26, n. 10, p. 1127-1135, 2006. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0166497205001094>>. Acesso em: 20 ago. 2023.

LACERDA, C. R. **Influência da costura na performance de meios filtrantes aplicados em filtro de mangas**. 2022. 105 f. Tese de doutorado (Engenharia química) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/16778>>. Acesso em: 13 ago. 2023.

LEOPOLD, L. B. *et al.* **A procedure for evaluating environmental impact**. US Department of the Interior, 1971.

LIMA, P. D. T. D.; MARIANO NETO, M.; ABRAHÃO, R. Análise dos processos de avaliação de impacto ambiental em usinas fotovoltaicas no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 03, p. 1260-1273, 2022. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/viewFile/252652/41290>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

LOPES, D. V. S. **Avaliação do impacto ambiental e associação entre a exposição à água contaminada e o risco de desenvolvimento de doenças de veiculação hídrica em uma reserva extrativista**. 2020. Dissertação (Mestrado em Sociedade, Tecnologias e Políticas Públicas) - Centro Universitário Tiradentes UNIT, Maceió, AL, 2020.

MACHADO, L. E. P.; SILVA RODRIGUES, M. Transição da norma ABNT NBR ISO 14001 versão 2004 para versão 2015 e proposta de atualização da matriz de aspectos e impactos ambientais de uma concessionária de rodovias. **ScientiaTec**, v. 6, n. 2, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/ScientiaTec/article/view/3193/2554>>. Acesso em: 20 out. 2023.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**. 8. ed. Barueri, SP: Atlas, 2022.

MARGARIDO, G. N.; OLIVEIRA, E.; OLIVEIRA, M. M. A busca da eficiência como estratégia energética para o país. **REGRASP-Revista para Graduandos/IFSP-Câmpus São Paulo**, v. 6, n. 3, p. 76-88, 2021. Disponível em: <<https://regrasp.spo.ifsp.edu.br/index.php/regrasp/article/view/968>>. Acesso em: 31 mai. 2023.

MARTINS, C. T.; CONTI, T. Z.; LISBOA, V. G. Uma alternativa consciente de reaproveitamento do óleo de Cozinha: a fabricação de sabão caseiro. **XIV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e X Encontro Latino Americano de Pós-Graduação-Universidade do Vale do Paraíba**, 2020. Disponível em: <www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2010/anais/arquivos/0236_0391_02.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2023.

MARTINS, J. D. D.; RIBEIRO, M. F. O consumismo como fator preponderante para o aumento da geração de resíduos sólidos e os impactos ambientais e na saúde pública. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, Vol. 12, Nº. 1, 2021. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8147540>>. Acesso em: 25 Fev. 2023.

MARTINS, T. S.; CARMO JUNIOR, G. N. R. Avaliação de impacto ambiental: uma revisão sistemática sob a ótica metodológica. **E&S Engineering and Science**, v. 7, n. 2, p. 29-41, 2018. Disponível em: <<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/eng/article/view/6616>>. Acesso em: 21 mar. 2023.

OLIVEIRA, A. S. **Avaliação de impactos ambientais do módulo fotovoltaico: produção e uso como fonte de energia elétrica**. 2017. Dissertação de Mestrado (Engenharia Mecânica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/31252>>. Acesso em: 21 fev. 2023.

PANZARINI, A. C.; NACHORNIK, V. L. Certificação Forest Stewardship Council (FSC) como ferramenta da gestão ambiental para o desenvolvimento sustentável. **Faculdade Sant'Ana em Revista**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. p. 209 - 226, 2021. Disponível em: <<https://www.iessa.edu.br/revista/index.php/fsr/article/view/624>>. Acesso em: 14 ago. 2023.

POTENZA, R. F. *et al.* Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil 1970-2020. **Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG)**, 2023. Disponível em: <<http://energiiaeambiente.org.br/wp-content/uploads/2023/04/SEEG-10-anos-v5.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2023.

POTRICH, A. L.; TEIXEIRA, C. E.; FINOTTI, A. R. Avaliação de impactos ambientais como ferramenta de gestão ambiental aplicada aos resíduos sólidos do setor de pintura de uma indústria automotiva. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 3, n. 3, p. 162-175, 2007. Disponível em: <<https://ojs.unifor.br/tec/article/view/5698>>. Acesso em: 09 Jul. 2023.

PRESTES, R. M.; VINCENCI, K. L. Bioindicadores como avaliação de impacto ambiental. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 2, n. 4, p. 1473-1493, 2019. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/3258>>. Acesso em: 13 mar. 2023.

RIBEIRO, G. M. **Mitigação das mudanças climáticas, e competência dos governos subnacionais: modelagem da demanda energética em centros urbanos e jurisdição das metas**. 2019. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106131/tde-22072020-100012/en.php>>. Acesso em: 10 ago. 2023.

RIBEIRO, J. L. **Tecnologias para a convivência com o bicudo do algodão**. CT/95, Embrapa Meio-Norte, dez, p.4, 1998. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/57777>>. Acesso em: 19 ago. 2023.

RIBEIRO, L. H. P. **Energia Solar: importância, implantação, instalação, vantagens, e durabilidade de um sistema de energia renovável**. 2018. Disponível em: <<http://192.100.247.84:8080/handle/prefix/597>>. Acesso em: 19 ago. 2023.

RIEGEL, I. C.; STAUDT, D.; DAROIT, D. Identificação de aspectos ambientais relacionados à produção de embalagens de perfumaria: contribuição para projetos sustentáveis. **Gestão & Produção**, v. 19, p. 633-645, 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/gp/a/bDRJN3QhMY8tpBvnTdSJkCw/>>. Acesso em: 26 ago. 2023.

RIOS, M. B. C. **Estudo de Aspectos e Impactos Ambientais nas Obras de Construção do Bairro Ilha Pura-Vila dos Atletas**. 2014. 102 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10012268.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2023.

RODRIGUES, A. S. **Inventário do ciclo de vida da produção de biodiesel utilizando macaúba como fonte de matéria-prima**. 2021. Dissertação (Mestrado em Biocombustíveis) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2021. Disponível em: <<http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/handle/1/2662>>. Acesso em: 01 abr. 2023.

RODRIGUES, G. M. **Elaboração de um Sistema de Gestão Ambiental para uma empresa de produtos sanitizantes**. 2023. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/53407>>. Acesso em: 13 ago. 2023.

ROMERO, A. L. *et al.* Educação ambiental e sustentabilidade por meio da produção de sabão: relatos de diferentes experiências extensionistas. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 11, p. 144-158, 2022. Disponível em: <<https://eventos.utfpr.edu.br/sei/sei2021/paper/viewFile/8748/4061>>. Acesso em: 14 abr. 2023.

SAN MARTIN, A. S.; LUNARDI, G. L.; DOLCI, D. B. Motivos que influenciam as organizações na adoção de práticas sustentáveis na área de Tecnologia da Informação. **Revista de Tecnologia Aplicada**, v. 9, n. 3, p. 3-19, 2021. Disponível em: <<http://cc.faccamp.br/ojs-2.4.8-2/index.php/RTA/article/view/1550>>. Acesso em: 10 abr. 2023.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SANTOS, R. F.; BARROS, M. A. L. **Aspectos econômicos e sociais da cotonicultura no Nordeste do Brasil**. 2000. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/271625/1/CIRTEC31.PDF>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

SANTOS, T. R. M. **Sustentabilidade: a gestão ambiental no grupo LATAM Airlines**. Editora Científica Digital, 2022. Disponível em: <<https://www.editoracientifica.com.br/articles/code/220508933>>. Acesso em: 31 mai. 2023.

- SERRA, A. R. R. **Incentivos para a Promoção da Eficiência Energética na Indústria**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia do ambiente, perfil de engenharia de sistemas ambientais) – Universidade Nova de Lisboa, 2018. Disponível em: <<https://run.unl.pt/handle/10362/58105>>. Acesso em: 26 ago. 2023.
- SILVA FILHO, P. A. **Diagnóstico operacional de lagoas de estabilização**. 2007. 169 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental; Meio Ambiente; Recursos Hídricos e Hidráulica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/16020>>. Acesso em: 20 ago. 2023.
- SILVA, A. L. E.; MORAES, J. A. R. Proposta de uma matriz para avaliação de impactos ambientais em uma indústria plástica. **Anais XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, v. 32, 2012. Disponível em: <https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_tn_stp_165_962_19580.pdf>. Acesso em: 10 set. 2023.
- SILVA, D. C. V. R.; POMPEO, M.; PAIVA, T. C. B. A ecotoxicologia no contexto atual no Brasil. **Ecologia de reservatórios e interfaces**, p. 460, 2015. Disponível em: <http://ecologia.ib.usp.br/reservatorios/PDF/Cap. 22_Ecotoxicologia.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- SILVA, F.; BELLA, L. F.; BARBOZA, V.; MEIRIÑO, J. Sustentabilidade em microescala: estudo de caso de uma padaria de bairro. **MIX Sustentável**, [S. l.], v. 5, n. 3, p. 93–102, 2019. DOI: 10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n3.93-102. Disponível em: <<https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/3559>>. Acesso em: 19 ago. 2023.
- SILVA, J. L. **Práticas de gestão ambiental em indústria de sabão e derivados em Sousa-PB: um estudo da percepção dos gerentes**. 2017. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração - Centro de Ciências Jurídicas e Sociais), Sousa, PB, 2017. Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/14881>>. Acesso em: 25 abr. 2023.
- SILVA, N. G. *et al.* Análise do ciclo de vida para determinação dos impactos da produção de detergentes de forma irregular. **V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental de Belo Horizonte, MG**, 2014. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/V-008.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2023.
- SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**, 8. ed. São Paulo: Grupo GEN. Atlas, 2020.
- SOUSA, R. N. *et al.* A simplified matrix of environmental impacts to support an intervention program in a small-scale mining site. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, n. 6-7, p. 580-587, 2011. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652610004518>>. Acesso em: 01 ago. 2023.

SOUZA, E. *et al.* Diagnóstico dos resíduos sólidos industriais têxteis: Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) como forma de gerenciamento dos resíduos de uma malharia no município de Farroupilha/RS. In: **5º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade**. 2022. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2022/V-007.pdf>>. Acesso em: 21 ago. 2023.

STEIN, R. T. *et al.* **Avaliação de impactos ambientais**. Porto Alegre: SAGAH, 2018.

TRINDADE, A. C. S. G. **Sustentabilidade e gestão**: uma análise do impacto da sustentabilidade na gestão de empresas. 2019. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em ciências contábeis) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2019. Disponível em: <<https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/11795>>. Acesso em: 25 set. 2023.

TRIPOLI, A. C. K.; PRATES, R. C. Certificação ambiental e internacionalização: uma análise do setor madeireiro brasileiro. **Desenvolvimento Em Questão**, 13(31), 322–355, 2015. Disponível em: <<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/3169>>. Acesso em: 31 mai. 2023.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção. **Itajubá: Unifei**, 2012.

VIEIRA, F. M. *et al.* Certificação ambiental como estratégia empresarial: estudo em empresas de gerenciamento e descarte de resíduos sólidos. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 10, n. 2, p. 65-83, 2021. Disponível em: <https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/8902>. Acesso em: 31 mai. 2023.

VILELA JÚNIOR, A.; DEMAJOROVIC, J. **Modelos e ferramentas de gestão ambiental**: desafios e perspectivas para as organizações. Editora Senac São Paulo, 2020.

APÊNDICES

Apêndice A – Questionário aplicado durante a visita à indústria (seções 1 e 2)

Seção 1 - Perguntas gerais

Como surgiu/aconteceu a ideia de começar a produzir o sabão que originou a sua empresa?

A empresa atualmente conta com quantos funcionários? Quais cargos eles ocupam?

Além do sabão, tem algum outro produto que a empresa produz?

Quantas unidades em média são produzidas por semana e por mês?

Quais são os principais fornecedores da empresa? Quais matérias primas eles fornecem?

Seção 2 - Segmento ambiental

A empresa possui algum licenciamento ambiental? Ex.: IBAMA, IDEMA.

Qual a percepção da Sra Gestora quanto a adoção de práticas ambientais para a produção do sabão?

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2023)

Apêndice B – Assertivas da terceira seção do questionário aplicado durante a segunda visita

Seção 3 - Perguntas específicas

Como se dá o processo de produção do sabão? Por quais etapas ele passa?

Quais são as principais matérias primas utilizadas?

Quais são as máquinas e as ferramentas utilizadas?

A distribuição dos produtos é feita por uma frota própria ou por terceirização?

Para quantos e quais municípios a empresa fornece os seus produtos?

Para produzir um fardo pequeno do sabão (10 unidades), quanto é necessário de cada matéria prima? Ex.: Quantos litros de água, quanto de óleo, quanto de essência, quanto de energia?

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2023)