



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS

CURSO ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ALMIRA DE AZEVEDO DA SILVA NETA

**PROPOSTAS DE MELHORIA PARA REDUÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS
NEGATIVOS: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA CERAMISTA**

ANGICOS/RN
2023

ALMIRA DE AZEVEDO DA SILVA NETA

**PROPOSTAS DE MELHORIA PARA REDUÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS
NEGATIVOS: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA CERAMISTA**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Thyago de Melo Duarte Borges,
Prof. Dr.

ANGICOS/RN

2023

©Todos os direitos estão reservados à 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 tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas
da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

SS586	Silva Neta, Almira de Azevedo da Silva Neta .
p	Propostas de melhorias para redução de impactos ambientais negativos: estudo de caso em uma empresa ceramista / Almira de Azevedo da Silva Neta . - 2023.
	68 f. : il.
	Orientador: Thyago de Melo Duarte Borges Melo .
	Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia de Produção, 2023.
	1. Indústria de cerâmica. 2. Diagnóstico ambiental. 3. Propostas de melhorias. I. Melo , Thyago de Melo Duarte Borges, 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.

ALMIRA DE AZEVEDO DA SILVA NETA

**PROPOSTAS DE MELHORIA PARA REDUÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS
NEGATIVOS: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA CERAMISTA**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Thyago de Melo Duarte Borges, Prof. Dr.

Defendida em 10/10/2023.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **THYAGO DE MELO DUARTE BORGES**
Data: 18/10/2023 15:14:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>
Thyago de Melo Duarte Borges, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Documento assinado digitalmente
 **NATALIA VELOSO CALDAS DE VASCONCELOS**
Data: 18/10/2023 10:53:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>
Natalia Veloso Caldas de Vasconcelos, Profa. Dra. (UFERSA)
Membro Examinador

Documento assinado digitalmente
 **VALQUIRIA MELO SOUZA CORREIA**
Data: 18/10/2023 15:03:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>
Valquíria Melo Souza Correia, Profa. Dra. (UFERSA)
Membro Examinador

Dedico aos meus avôs, Maria Evangelista de Menezes (*in memória*) e José Galdino de Menezes (*in memória*), por todo incentivo que me deram durante meus estudos.

Dedico aos meus pais, Regina Evangelista de Menezes Pereira e Gilton Azevedo Pereira, por todo esforço e abdições que fizeram para que pudéssemos chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Gratidão primeiramente à Deus, por sua infinita bondade e por ser meu sustento em todas as horas. A minha mãe Maria Santíssima, por sua bondosa intercessão.

Gratidão aos meus amados pais, Regina e Gilton, por nunca soltarem à minha mão, e por abdicarem de tantas coisas para percorrer esse caminho árduo comigo. Essa vitória certamente não seria a mesma sem eles. A meu irmão Reilton Menezes, por ser minha pessoa e por me dá apoio. Eu amo demais minha família.

Gratidão ao meu namorado, Eduardo Rodrigues, por me ajudar tanto, me permitindo enxergar uma força absurda, e me dá acalento quando muitas vezes achei não conseguir.

Gratidão aos meus amigos, que fizeram a minha caminhada ser leve. Aos que estavam diariamente comigo, me permitindo sorrir e dividindo o fardo. Aos que estavam distantes fisicamente, mas sempre permaneceram dentro do meu coração. Vocês são família e eu amo todos.

Gratidão ao meu orientador, Thyago Borges, por sua paciência, dedicação e comprometimento para com a minha pessoa. Sem dúvidas, um profissional excelente a qual virei fã.

Gratidão ao corpo docente do curso de Engenharia de Produção do Campus Angicos, por serem profissionais qualificados e sempre estarem prontificados a ajudar.

Gratidão a UFERSA – Angicos, onde por cinco anos foi meu lar.

“Para tudo há um tempo, para cada coisa há um momento debaixo do céu: tempo de nascer e tempo de morrer; tempo de plantar e tempo de arrancar o que se plantou. Tempo de matar e tempo de curar; tempo de demolir e tempo de construir. Tempo de chorar e tempo de rir; tempo de gemer e tempo de dançar. Tempo de atirar pedras e tempo de apartar-se. Tempo de procurar e tempo de perder; tempo de guardar e tempo de jogar fora. Tempo de rasgar e tempo de costurar; tempo de calar e tempo de falar. Tempo de amar e tempo de odiar; tempo de guerra e tempo de paz.”

Eclesiastes 3:1-8

RESUMO

A pesquisa em questão aborda os impactos ambientais causados por uma empresa ceramista. Essas corporações, devido aos seus processos produtivos, podem ser consideradas as principais agentes causadoras desses impactos negativos. Nesse contexto, é fundamental compreender a extensão desses danos e buscar soluções sustentáveis para minimizá-los, objetivo central desta pesquisa, propor melhorias para a redução dos impactos ambientais negativos ocasionados em uma empresa ceramista localizada no interior do RN. Para avaliação desses impactos, foi utilizado a Matriz de Leopold para relacionar aspecto e impacto ambiental, identificando os principais, servindo assim como base para as medidas mitigadoras. Em seguida, a ferramenta 5W2H é aplicada para propor melhorias específicas que visam mitigar esses impactos, sendo um instrumento fundamental que planeja as medidas. As melhorias propostas podem incluir a implementação de tecnologias mais limpas, a otimização de processos, a redução do consumo de recursos naturais e a gestão adequada de resíduos. Além disso, as ações são priorizadas com base na gravidade dos impactos identificados na Matriz de Leopold e na viabilidade de implementação. Ao adotar essa abordagem, a empresa ceramista pode não apenas reduzir seus impactos ambientais negativos, mas também seguir regulamentações ambientais e, potencialmente, reduzir custos operacionais. Este estudo de caso serve como um exemplo de como as empresas podem adotar práticas sustentáveis e contribuir para a preservação do meio ambiente.

Palavras-chave: *Indústria de cerâmica; diagnóstico ambiental; propostas de melhorias.*

ABSTRACT

The research in question addresses the environmental impacts caused by a ceramics company. These corporations, due to their production processes, can be considered the main agents causing these negative impacts. In this context, it is essential to understand the extent of this damage and seek sustainable solutions to minimize it, with this, the principal objective of this research is to propose improvements to reduce the negative environmental impacts caused in a ceramics company located in a city of the state of the Rio Grande do Norte/ RN in Brazil. To evaluate these impacts, the Leopold Matrix was used to relate environmental aspect and impact, identifying the most important ones, thus serving as a basis for mitigating these negative impacts. Then, the 5W2H tool was applied to propose specific improvements that aim to mitigate these impacts, being a fundamental instrument that plans the measures. Proposed improvements may include implementing cleaner technologies, optimizing processes, reducing the consumption of natural resources and a proposition a waste management plan. Furthermore, actions are prioritized based on the severity of the impacts identified in the Leopold Matrix and the feasibility of implementation. By adopting this approach, the ceramics company can not only reduce its negative environmental impacts, but also comply with environmental regulations and potentially reduce operating costs. This case study serves as an example of how companies can adopt sustainable practices and contribute to preserving the environment.

Keywords: *Ceramic industry; environmental diagnosis; improvement proposals.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Níveis de aplicação da produção mais limpa	27
Figura 2 – Classificação do método da pesquisa.....	35
Figura 3 – Esquema das etapas do método de pesquisa.....	37
Figura 4 – Processo produtivo para fabricação de tijolos	42
Figura 5 – Ilustração fotográfica do processo produtivo	43
Figura 6 – Forno Hoffmann	44
Figura 7 – Funcionário fazendo a retirada do excesso do tijolo.....	45
Figura 8 – Mapa de risco exposto para os funcionários	46
Figura 9 – Painel solar da empresa.....	46
Figura 10 – Gráfico de severidade, frequência e classificação	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dados para identificação dos componentes e situação do aspecto.....	31
Quadro 2 – Dados para avaliação do impacto ambiental identificado.....	32
Quadro 3 – Classificação do impacto ambiental	32
Quadro 4 – Escala de magnitude	33
Quadro 5 – Aspectos e impactos ambientais proveniente de ações para fabricação de tijolos	47
Quadro 6 – Matriz de Leopold gera	51
Quadro 7 – Nível de risco das variáveis.....	53
Quadro 8 – Quantificação dos aspectos e impactos	54
Quadro 9 – Plano de ação 5W2H.....	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Dr	Doutor
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
PDCA	Planejar, desenvolver, chegar e agir
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
AIA	Avaliação dos Impactos Ambientais
CNTL	Centro Nacional de Tecnologias Limpas
P+L	Produção mais limpa
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
UNEP	<i>United Nations Environmental Programme</i>
ACV	Avaliação do ciclo de vida do produto
AICV	Avaliação de impacto do ciclo de vida
ICV	Instituto centro de vida
FSC	<i>Forest Stewardshin Council</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

@	Arroba
©	Copyright
®	Marca registrada
%	Porcentagem
\$	Cifrão

SUMÁRIO

1. Introdução	15
1.1 Contextualização do Tema	15
1.2 Objetivos	18
1.2.1 Objetivo Geral.....	18
1.2.2 Objetivos Específicos	18
1.3 Problema de Pesquisa.....	18
1.4 Justificativa	19
1.5 Estrutura do Trabalho.....	20
2. Fundamentação Teórica.....	21
2.1 Gestão Ambiental Empresarial.....	21
2.2 Estratégias Ambientais voltadas para as organizações empresariais.....	25
2.2.1 Produção mais limpa (P+L).....	25
2.2.2 Avaliação do ciclo de vida do produto (ACV)	27
2.2.3 Matriz de Leopold	30
3. Metodologia	34
3.1 Classificação da pesquisa	34
3.2 Método da pesquisa	35
4. Estudo de caso.....	38
4.1 Descrição da empresa.....	38
4.2 Descrição do processo produtivo dos tijolos	38
4.3 Ações ambientais realizadas pela empresa.....	43
4.4 Aspectos e impactos ambientais proveniente das ações na empresa ceramista .47	
4.4.1 Identificação dos aspectos e impactos ambientais a partir da análise do processo produtivo	47
4.4.2 Utilização da Matriz de Leopold.....	49
4.5 Propostas de Melhorias e Planejamento de Implantação	55
5. Considerações Finais	59
Referencias	61

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do Tema

Durante muitos anos ao longo da história global, a humanidade se concentrou principalmente em ideais relacionados ao desenvolvimento econômico e na busca pelo lucro, enquanto as questões ambientais foram negligenciadas e colocadas em segundo plano, como se pudessem esperar por longos períodos antes de serem abordadas adequadamente. Segundo Frésca e Rogério (2007) no século XX, o Brasil vivenciou transformações estruturais profundas e velozes, destacando-se os fenômenos de aumento da população, urbanização acelerada, metropolização crescente, conurbação, industrialização e mudanças nos padrões de consumo. Esses eventos, de forma conjunta, impulsionaram o que foi conhecido como a "modernização" da sociedade brasileira, desencadeando importantes conflitos e resultando na geração maciça de resíduos sólidos, provenientes tanto da produção quanto do consumo.

Segundo Costa *et al.* (2017), torna-se crucial verificar a preocupação das empresas em relação à responsabilidade socioambiental devido ao impacto que elas exercem no meio ambiente. É fundamental examinar se essas companhias adotam medidas que busquem reduzir os efeitos negativos gerados na natureza de suas atividades.

No que se refere aos efeitos prejudiciais ao meio ambiente causados por indústrias, podem ser mencionados os seguintes impactos: exploração da mão de obra, redução da diversidade biológica, poluição do ar, erosão, contaminação do solo, desmatamento, poluição e contaminação da água, ruído excessivo, alteração da paisagem, entre outros.

Batista *et al.* (2018) argumentam que o aumento dos impactos ambientais resulta principalmente da adoção de práticas insustentáveis pelas indústrias. De acordo com esses autores, esse aumento começou na primeira revolução industrial e continuou a se agravar nas revoluções subsequentes. Evidentemente, essas revoluções não se destacaram por sua preocupação com os problemas ambientais causados por seus processos de produção. Assim, diante da quarta revolução industrial em andamento, é pertinente questionar se esta revolução possui atributos que possam contribuir para a mitigação dos impactos ambientais.

Atualmente, a população do mundo vem gerando uma grande quantidade de resíduos devido ao aumento da população, expansão econômica, rápida urbanização e variação nos hábitos de consumo (CUDJOE *et al.*, 2021). Segundo os autores citados, estima-se que até o ano de 2050 serão produzidos, em âmbito global, quatro bilhões de toneladas de resíduos. Ressalta-se que grande parte dessa geração de resíduos é oriunda dos processos produtivos das empresas.

É importante ressaltar que um dos setores industriais que mais gera impactos ambientais adversos é o setor da construção civil, com destaque para a subárea de produção de cerâmicas vermelhas. Chaves (2017) afirma que a cerâmica, por exemplo, é o material mais antigo produzido pelo homem, sendo a mais antiga das indústrias e base da construção civil. Sua origem exata ainda é desconhecida, mas estudos arqueológicos apontam sua existência entre oito e nove mil anos antes de Cristo. Nos últimos tempos, seu uso foi ressignificado e se tornou sinônimo de sofisticação, gerando altos lucros para as empresas. É importante ressaltar que a diversidade de matérias primas permite que as indústrias fabriquem e coloquem no mercado uma gama enorme de produtos cerâmicos todos os anos.

Destaca-se que o Brasil detém a quarta posição no ranking mundial de emissão de gases de efeitos estufa, essa colocação é consequência da grande emissão de dióxido de carbono na atmosfera brasileira devido às queimadas e desmatamento, principalmente no norte do país. Segundo estudos do *Greenpeace*, o incentivo ao agronegócio nacional é o principal fator incentivador das queimadas e desmatamentos no território nacional, ações essas, hostis aos biomas brasileiros em longo prazo (CHAVES, 2017). Atualmente, o Brasil se encontra em primeiro lugar, como o país que mais gera queimadas, totalizando 54.306 casos, que segundo o INPE (2023) se caracteriza em 42%.

Nesta perspectiva, Melo *et al.* (2020), ressaltam o quão o mundo clama por uma mudança de atitude do ser humano, decorrentes das suas ações e provocando diversos impactos ambientais.

Em um cenário global cada vez mais preocupado com a preservação do meio ambiente, é fundamental analisar e discutir os impactos ambientais causados pelas atividades humanas e, com isso, buscar soluções sustentáveis. Dentre os diversos setores que geram consequências negativas aos ecossistemas, destaca-se a produção de materiais de construção, como a cerâmica. As indústrias cerâmicas brasileiras evoluíram rapidamente devido à abundância de matérias-primas naturais, à disponibilidade de fontes alternativas de energia e à incorporação de tecnologias práticas nos equipamentos industriais. Como resultado, muitos tipos de produtos dos diversos segmentos cerâmicos alcançaram um nível de qualidade mundial e foram exportados em quantidades significativas.

Segundo o SEBRAE (2023), atualmente existem aproximadamente 5.600 cerâmicas e olarias – técnica de fabricar objetos de argila – no Brasil. O setor produz cerca de 2.554.202.000 telhas cerâmicas, 5.702.479.000 blocos e 1.526 toneladas de tubos por mês. Isso representa o total de 8.256.681.000 desses produtos produzidos mensalmente no país. E o segmento não para de crescer. A Fiem

(2023) tem cadastrado 47 empresas no Rio Grande do Norte, com segmentos para a construção civil, dados que são atribuídos para fabricação de cerâmicas.

No que se refere aos efeitos prejudiciais ao meio ambiente causados por essa indústria, podem ser mencionados os seguintes impactos: exploração da mão de obra, redução da diversidade biológica, poluição do ar, erosão, contaminação do solo, desmatamento, poluição e contaminação da água, ruído excessivo, alteração da paisagem, entre outros.

Segundo Melo e Gameleira (2022), a formação de áreas degradadas é um dos impactos ocasionados pela extração da argila, que é a principal matéria-prima da atividade ceramista. Essas áreas degradadas surgem devido à eliminação de crateras no solo, ou seja, quando o material bruto já não consegue mais ser removido e o solo com sua degradação, resultando em acelerados processos de erosão e acúmulo de água da chuva, que se tornam vetores de doenças.

Além disso, o desmatamento é outra consequência, uma vez que o barro precisa ser queimado em fornos, exigindo lenha e resultando na supressão da vegetação local, tornando-se uma agressão para o meio ambiente. Melo e Gameleira (2022), ainda ressaltam outros aspectos ambientais, mostrando que o assoreamento e a erosão das margens do rio também são efeitos negativos, causados pela mata ciliar desprotegida, que sofre erosão, levando o solo para o leito do rio, reduzindo sua profundidade e até causando sua morte. Por fim, a poluição atmosférica é causada pelas emissões de gases decorrentes da combustão da madeira. Esses danos ambientais têm como consequência mudanças climáticas capazes de levar diversas espécies à extinção.

Devido à importância de se considerar os impactos ambientais ocasionados por esse tipo de indústria, é fundamental que as empresas desse ramo desenvolvam práticas relacionadas à gestão ambiental de seus processos.

Neste contexto, a empresa de produção de cerâmicas enfrenta o desafio constante de minimizar seu impacto ambiental ao longo do ciclo de vida do seu produto. Desde a extração da matéria-prima até o descarte final, com isso, é essencial identificar e implementar medidas para melhorar seu desempenho ambiental.

Nesta perspectiva o presente trabalho tem o propósito de sugerir melhorias para o desempenho ambiental de uma empresa de produção das cerâmicas vermelhas, avaliando algumas das etapas do ciclo de vida do produto. Através da adoção de práticas responsáveis, da implementação de tecnologias mais sustentáveis e da gestão adequada dos resíduos, é possível minimizar o impacto ambiental da produção de cerâmicas e contribuir para a preservação do meio ambiente.

O presente trabalho, tem como estudo de caso, uma empresa de cerâmica vermelha, no interior do Rio grande do Norte, avaliando seu processo produtivo para fabricação de tijolos, observando seus aspectos e impactos ambientais, promovendo a busca por melhorias.

1.2 Objetivos

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

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é propor melhorias para a redução dos impactos ambientais negativos ocasionados em uma empresa ceramista localizada no interior do RN.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para tal propósito, foram delineados os objetivos específicos:

- Mapear os processos da empresa com ênfase na identificação dos resíduos gerados ao longo do processo;
- Identificar os aspectos ambientais da empresa;
- Identificar os impactos ambientais negativos da empresa;
- Analisar quais práticas ambientais são adotadas pela empresa;
- Propor soluções para a redução dos impactos ambientais negativos;
- Elaborar um planejamento para implantação das soluções sugeridas.

1.3 Problema de Pesquisa

Freire (2022) relata que os efeitos resultantes da industrialização apresentam sérios desafios para os gestores e planejadores, uma vez que causam perturbações no equilíbrio do ecossistema natural. A modificação e deterioração da paisagem e dos recursos naturais estão aumentando simultaneamente com a deterioração da qualidade de vida, devido a diversas formas de poluição e ao significativo impacto ambiental. Diante desse cenário de degradação ambiental e declínio da qualidade de vida, é cada vez mais urgente que as empresas desempenhem seu papel e implementem eficazmente um sistema de gestão ambiental - SGA. Nesse contexto, a Norma Brasileira Regulamentadora - NBR ISO 14001 se posiciona como um modelo para orientar as organizações a alcançar seus objetivos econômicos sem prejudicar o meio ambiente.

Freire (2022) ainda ressalta que a Norma Brasileira Regulamentadora - NBR ISO 14001 tem como principal objetivo estabelecer um padrão para um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) que visa controlar de maneira sistemática o desempenho ambiental de uma empresa e promover sua melhoria contínua. Isso é feito com o propósito de equilibrar o desenvolvimento econômico com a sustentabilidade ambiental. Para atingir esse objetivo, uma das etapas críticas do SGA é o "planejamento", que inclui, entre outros pontos, a identificação e avaliação dos aspectos ambientais, que formam a base do sistema. Essa avaliação ambiental envolve uma caracterização preliminar dos aspectos ambientais e uma análise dos impactos ambientais que podem ocorrer devido a um gerenciamento inadequado desses aspectos. Portanto, é imperativo realizar uma avaliação ambiental minuciosa e cuidadosamente detalhada, pois a falta de informações ou omissões podem comprometer a eficácia da implementação de um sistema efetivo.

Para atender à crescente necessidade de alcançar um desenvolvimento sustentável, é essencial conduzir uma análise minuciosa dos impactos ambientais resultantes das operações da empresa e identificar medidas de redução desses impactos. A pesquisa se concentra em identificar as soluções mais eficazes para a empresa, levando em consideração fatores como eficiência, custos de implementação e viabilidade técnica. As alternativas podem variar desde melhorias na eficiência energética até a adoção de práticas de gestão de resíduos mais sustentáveis. Nesta perspectiva, o problema de pesquisa deste trabalho consiste no seguinte questionamento: Quais são as práticas ambientais recomendadas para uma empresa de cerâmica vermelha situada no interior do Rio Grande do Norte?

1.4 Justificativa

Uma das principais justificativas desta pesquisa consiste em contribuir para o conhecimento e a conscientização sobre a importância da adoção de práticas empresariais ambientalmente responsáveis, visando preservar o meio ambiente para as gerações futuras, desempenhando um papel fundamental na área de práticas ambientais na indústria ceramista. Ressaltando a importância no que cabe a contribuição desse estudo na redução dos impactos negativos dessa indústria, promovendo práticas sustentáveis, preservando os recursos naturais

e ressaltando a importância da conscientização ambiental na sociedade. O setor de cerâmicas frequentemente se depara com desafios ambientais significativos devido aos processos de produção intensivos em recursos naturais e potencialmente poluentes.

A partir de um estudo de caso detalhado, este trabalho pretende identificar desafios específicos enfrentados por uma empresa ceramista e propor soluções ambientalmente responsáveis. Essas soluções podem abranger desde a otimização de processos de produção até a implementação de tecnologias mais limpas e eficazes. Ao fazer isso, a pesquisa pode demonstrar como as empresas podem melhorar suas práticas, minimizando seus impactos ambientais.

Este estudo também busca contribuir para o avanço do conhecimento na área ambiental, especialmente relacionado ao campo da Engenharia de Produção. Ao abordar questões ambientais específicas no contexto da indústria ceramista, ele expande o escopo das pesquisas nesse campo. Isso não apenas enriquece o corpo de conhecimento disponível, mas também incentiva futuros estudantes e pesquisadores a se envolverem em pesquisas relacionadas ao desenvolvimento sustentável e à responsabilidade ambiental na indústria.

Portanto, esta pesquisa se justifica não apenas pela sua capacidade de beneficiar as empresas do ramo de cerâmicas e o meio ambiente, mas também por seu potencial para impulsionar o avanço da pesquisa e das práticas ambientais na Engenharia de Produção.

1.5 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho, está dividido em cinco capítulos. Na introdução, são apresentados elementos como a contextualização do tema, os objetivos, tanto geral quanto específicos, o problema de pesquisa, a justificativa e a estrutura do estudo.

Na fundamentação teórica, serão abordadas diferentes perspectivas sobre o tema, sendo realizada uma pesquisa bibliográfica sobre gestão ambiental empresarial. São exploradas estratégias ambientais voltadas para organizações, como a produção mais limpa, a avaliação do ciclo de vida do produto e a matriz de Leopold. Na metodologia, é detalhada a classificação da pesquisa e o método adotado.

O estudo de caso apresenta a empresa em questão, descrevendo seu processo produtivo para a fabricação de tijolos e as ações ambientais realizadas por ela. Também são destacados os aspectos e impactos ambientais decorrentes dessas ações na empresa ceramista, propondo melhorias para adoção de medidas ambientalmente corretas, utilizando a ferramenta 5W2H. Somando-se a isso, as considerações finais para com a realização do trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, serão abordados temas essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa, tais como: gestão ambiental empresarial e as estratégias ambientais voltadas para as organizações empresariais, que dentre elas está a produção mais limpa, a avaliação do ciclo de vida do produto e a matriz de Leopold.

2.1 Gestão Ambiental Empresarial

Segundo Dias (2017), na segunda metade do século XX, com a intensificação do progresso econômico global, os desafios ambientais se agravaram e se tornaram mais visíveis para amplos setores da população, especialmente nos países avançados, os primeiros a sofrer os impactos resultantes da Revolução Industrial. O mesmo autor também sugere que é necessário buscar uma relação equilibrada entre o homem e a natureza, como elemento central de um processo de crescimento que deve atender às necessidades e aspirações humanas. Ainda de acordo com Dias (2017), a pobreza é incompatível com o desenvolvimento sustentável e destaca a importância de que uma política ambiental seja integrada ao processo de desenvolvimento, deixando de ser uma responsabilidade fragmentada por setores específicos.

Segundo Donaire e Oliveira (2018), nas últimas décadas tem ocorrido uma mudança muito grande no ambiente em que as empresas operam: as empresas, que antes eram consideradas somente como instituições com foco exclusivamente econômico, responsáveis por tomar decisões sobre os aspectos de produção, tais como o que produzir, como produzir, para quem produzir e a quantidade a ser produzida têm sido fortemente influenciadas pela emergência de novos paradigmas que exigem respostas diferenciadas, além de papéis que devem ser desempenhados, como resultado das alterações no ambiente em que operam.

Ressalta-se que o desenvolvimento sustentável nas organizações apresenta três dimensões, que são: a econômica, a social e a ambiental. Segundo Dias (2017), do ponto de vista ambiental, deve a organização pautar-se pela ecoeficiência dos seus processos produtivos, adotar a produção mais limpa, oferecer condições para o desenvolvimento de uma cultura ambiental organizacional, adotar uma postura de responsabilidade ambiental, buscando a não contaminação de qualquer tipo do ambiente natural, e procurar participar de todas as atividades patrocinadas pelas autoridades governamentais locais e regionais no que diz respeito ao meio ambiente natural.

Segundo Gracia (2014), a gestão ambiental surgiu com o objetivo de assegurar que as organizações industriais adotem práticas que priorizem a conservação da biodiversidade, a

reciclagem das matérias-primas e produtos acabados e a redução do impacto ambiental das atividades humanas nos recursos naturais. Para alcançar esse objetivo, é necessário utilizar recursos e ferramentas criadas pela legislação voltada para a área ambiental, bem como adotar medidas intrínsecas e ações da sociedade que reforcem sua real importância.

Ainda segundo Gracia (2014), é perceptível que a gestão ambiental requer uma análise minuciosa das causas reais que causam impacto negativo ao meio ambiente antes de iniciar a implementação de medidas preventivas ou de minimização dos problemas. Somente após essa análise é que se deve iniciar a busca pelos procedimentos necessários para evitar o aumento constante desses problemas.

O mais importante na abordagem das três dimensões da sustentabilidade empresarial é o equilíbrio dinâmico necessário e permanente que devem ter, e que precisa ser levado em consideração pelas organizações que atuam preferencialmente em cada uma delas, ou seja: organizações empresariais (econômica), sindicatos (social) e entidades ambientalistas (ambiental). Para manter a sustentabilidade do sistema, é necessário um diálogo constante que leve em consideração as três dimensões envolvidas (DIAS, 2017).

A importância da gestão ambiental dentro das organizações é fruto da evolução histórica da preocupação com o meio ambiente, sua qualidade e sua capacidade de suportar a vida humana. Por isso, a relevância da gestão ambiental dentro das organizações reflete a preocupação da sociedade com o meio ambiente. Trata-se de um processo de influência mútua, uma vez que a sociedade pode se tornar mais ou menos preocupada em função da forma como as organizações melhoram ou pioram a qualidade do meio no qual vive-se. As organizações tendem a fornecer bens e serviços em concordância com as expectativas de seus consumidores e clientes, conforme as diretrizes e leis estabelecidas pelo Estado. Quanto mais ambientalmente conscientizada for a sociedade, mais das organizações serão exigidas em termos de desempenho ambiental, reforçando a relevância da gestão ambiental organizacional (JABBOUR, 2013).

Das instituições existentes nas sociedades humanas, as empresas constituem hoje um dos principais agentes responsáveis pela obtenção de um desenvolvimento sustentável. A questão na realidade envolve primeiramente o ambiente interno das empresas, pois não há condições de atuação responsável de uma organização na sociedade mais geral, se internamente os seus gestores não estão convencidos da importância da adoção de práticas ambientalmente corretas. Com isso, decorre a importância da adoção de Sistemas de Gestão Ambiental integrados numa perspectiva mais ampla que envolve sempre a mudança da cultura

organizacional da empresa, introduzindo o componente ambiental entre as preocupações da população interna (DIAS, 2017).

Dias (2017) relata que do ponto de vista empresarial, gestão ambiental é a expressão utilizada para se denominar a gestão empresarial que se orienta para evitar, na medida do possível, problemas para o meio ambiente. Em outros termos, é a gestão cujo objetivo é conseguir que os efeitos ambientais não ultrapassem a capacidade de carga do meio onde se encontra a organização, ou seja, obter-se um desenvolvimento sustentável.

Ainda segundo o autor, define-se que a gestão ambiental é o principal instrumento para se obter um desenvolvimento industrial sustentável. O processo de gestão ambiental nas empresas está intimamente relacionado às normas estabelecidas pelas instituições públicas, como prefeituras, governos estaduais e o governo federal, em relação ao meio ambiente. Estas normas fixam os limites aceitáveis de emissão de substâncias poluentes, definem em que condições serão despojados os resíduos, proíbem a utilização de substâncias tóxicas, definem a quantidade de água que pode ser utilizada, assim como o volume de esgoto que pode ser lançado em rios ou córregos etc. As normas legais são referências obrigatórias para as empresas que pretendem implantar um Sistema de Gestão Ambiental (SGA). O não cumprimento das normas legais, ou seu desconhecimento, afetam de forma significativa os investimentos das empresas, além de afetar sua capacidade de intervenção no mercado.

No que consiste ao SGA, existe uma norma que aborda esse tipo de sistema, a NBR ISO 14001. Esta norma aborda os Sistemas de Gestão Ambiental, enfatizando suas especificações e diretrizes para uso. Especifica os principais requisitos de um sistema de gestão ambiental, permitindo às organizações formular políticas e objetivos que levem em conta os requisitos legais e as informações referentes aos impactos ambientais significativos para o meio ambiente. Essa norma se aplica aos aspectos ambientais que possam ser controlados pelas organizações, e sobre os quais supõe-se que elas tenham influência. Apesar de sua abrangência, ela ainda não prescreve critérios específicos de desempenho ambiental, conforme descrevem outras normas. A ISO 14001 pode ser aplicada a qualquer organização que deseje: implementar, manter e aprimorar um sistema de gestão ambiental; assegurar-se de sua conformidade com sua política ambiental definida (BARSANO; BARSOSA, 2014).

Essa diretriz estabelece um padrão para a sequência de cláusulas, texto e terminologia. Portanto, as cláusulas da ISO 14001:2015 são as mesmas da ISO 9001:2015. Muito similar ao modelo da ISO 9001, os processos das cláusulas 6, 7, 8, 9 e 10 formam um ciclo PDCA de melhoria. Também como na ISO 9001, todos os processos dessas cláusulas dependem do papel

e das atividades de liderança requeridas pela ISO 14001:2015. As informações de entrada para definição e planejamento do sistema ambiental são o contexto da organização e os requisitos dos clientes e outras partes interessadas relacionados à gestão ambiental (CARPINETTI; GEROLAMO, 2016).

Um dos primeiros passos no processo de planejamento de uma gestão ambiental nas empresas é o mapeamento dos impactos ambientais ocasionados por seus aspectos ambientais. Segundo Dias (2017), um impacto ambiental pode ser definido como a modificação no meio ambiente causada pela ação do homem. Nesse sentido, há impactos ambientais de todo tipo, desde os menores, que não modificam substancialmente o meio ambiente natural, até aqueles que não só afetam profundamente a natureza, como também provocam diretamente problemas para o ser humano, como a poluição do ar, das águas e do solo.

Segundo a Lei 6.938/81 (Política Nacional de Meio Ambiente), a degradação da qualidade ambiental é a alteração adversa das características do meio ambiente; a poluição, por outra parte, constitui-se como a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que, direta ou indiretamente (BRASIL, 1981):

“prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota; afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; lancem matérias ou energias em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.” (PNMA, 1981).

A resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 001 de 1986, regulamenta os critérios básicos e as diretrizes gerais para aplicação da Avaliação de Impacto Ambiental, assim como define as atividades que se enquadram nesta modalidade e ainda estabelece os conteúdos mínimos para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e do Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA). O Art. 1º da Resolução Conama n. 001/86 define impacto ambiental como:

“qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causadas por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais.” (CONAMA, 1986).

Já em termos de aspectos ambientais, de acordo com a NBR ISO 14001 (2004), um aspecto ambiental se refere a um componente das operações, produtos ou serviços de uma organização que pode afetar o ambiente. Especificamente, um aspecto ambiental é considerado significativo quando se tem ou pode ter um impacto relevante. Ressalta-se também, que um

aspecto ambiental pode ser resultado do consumo de materiais e recursos produtivos, como água, energia e matérias-primas, bem como do uso do ambiente como local de descarte para resíduos sólidos, efluentes líquidos, gases, ruídos, vibrações.

Segundo Sánchez (2006) os aspectos ambientais são elementos que precedem o impacto ambiental, ou seja, o aspecto seria uma das causas de ocorrência de um determinado impacto ambiental. Dessa forma, ainda segundo o autor, a emissão de dióxido de carbono ou a geração de resíduos sólidos são considerados aspectos, e não impactos ambientais propriamente ditos. Os impactos ambientais, por sua vez, são as alterações - positivas ou negativas - na qualidade ambiental que decorrem dos aspectos ambientais.

Ressalta-se que a NBR ISO 14.001:2004 descreve impacto ambiental como “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização”. Dessa forma, Sánchez (2013) apresenta a importância de conhecer o conceito de impacto ambiental adotado por essa norma porque muitas empresas e outras organizações têm adotado sistemas de gestão ambiental nela baseados. De tal ponto de vista, impacto ambiental é uma consequência de “atividades, produtos ou serviços” de uma organização, ou seja, um processo industrial (atividade), um agrotóxico (produto) ou o transporte de uma mercadoria (serviço ou atividade) são causas de modificações ambientais ou impactos.

Os problemas ambientais sempre existiram, o que tem variado é sua escala, dimensão da problemática ambiental para a qual têm contribuído muitas causas: “elevado crescimento demográfico; desenvolvimento e difusão da tecnologia industrial; avanços da comunicação; crescente urbanização.” Além disso, a análise dos impactos ambientais durante uma AIA tem como objetivo central realizar as previsões, ou seja, é necessário prever o que a implantação de determinada atividade pode ocasionar no meio ambiente. Essas previsões podem ser integrais ou parciais, ou seja, podem ser aplicadas total ou parcialmente, sendo que, para tal, deve-se adotar: distintas alternativas de um mesmo projeto ou ação; estudos prévios ou preliminares detalhados; distintas fases do projeto (preliminar, na fase de construção e/ou na fase de operação) (ROSA; FRACETO; MOSCHINI-CARLOS, 2012).

2.2 Estratégias Ambientais voltadas para as organizações empresariais

2.2.1 Produção mais Limpa (P+L)

O Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL) do Senai, define produção mais limpa como:

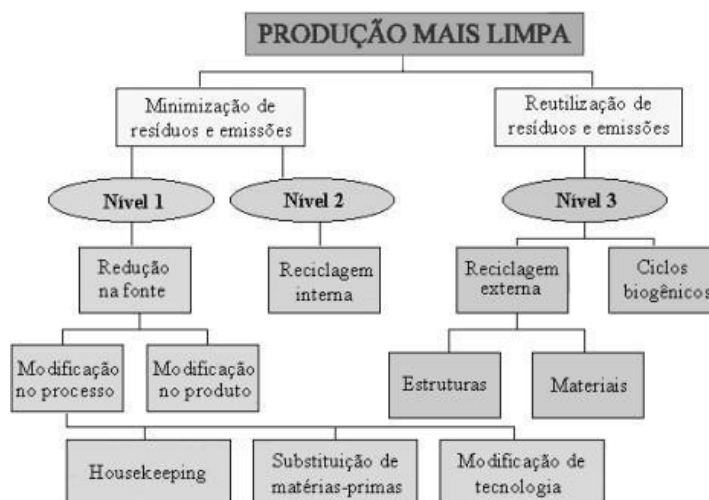
“à aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não-geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em um processo produtivo” (CNTL, 2018).

Segundo Carpinetti e Gerolamo (2016), a P+L é uma estratégia ambiental que vem ganhando espaço na indústria. O conceito de P+L foi introduzido pelo PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, ou UNEP – *United Nations Environmental Programme*) nos anos 1990. Segundo o site do UNEP (2015) o termo *cleaner production* (produção mais limpa) foi definido como “[...] a aplicação de uma estratégia ambiental a processos, produtos e serviços para aumentar eficiência e reduzir riscos ao meio ambiente e aos seres humanos”. Atualmente o UNEP adota o termo *resource efficient and cleaner production* para se referir às ações ou estratégias preventivas que promovam avanços em três frentes: eficiência da produção: por meio da otimização da utilização dos recursos naturais (materiais, energias e água) em todos os estágios do ciclo produtivo; gestão ambiental: por meio da minimização dos impactos adversos dos sistemas produtivos no ambiente; desenvolvimento humano: por meio da minimização dos riscos e suporte ao desenvolvimento de pessoas e comunidades.

Segundo CNTL (2005), por meio da P+L é possível observar a maneira como um processo de produção está sendo realizado e detectar em quais etapas as matérias-primas e os recursos estão sendo desperdiçados. Desta maneira, é possível melhorar a eficiência da produção diminuir, ou até mesmo impedir, a geração de resíduos. Isto faz com que produzir de forma limpa seja, basicamente, uma ação econômica e lucrativa, um instrumento importante para manter-se adequado à vigente legislação ambiental e ainda promover o desenvolvimento sustentável.

O CNTL (2005), ainda mostra que o princípio básico da metodologia de P+L é eliminar ou reduzir a poluição durante o processo de produção, e não no final. Isso porque todos os resíduos gerados pela empresa custam dinheiro, pois foram comprados a preço de matéria prima e consumiram insumos como água e energia. Ainda segundo o CNTL (2005), uma vez gerados, os resíduos, estes continuam a consumir dinheiro, seja sob a forma de gastos de tratamento e armazenamento, seja sob a forma de multas pela falta desses cuidados, ou ainda pelos danos à imagem e reputação da empresa. A P+L, como ilustra a Figura 1, é, portanto, um método preventivo de combate à poluição que leva à economia de água, de energia e de matéria prima, proporcionando um aumento significativo de lucratividade e competitividade.

Figura 1 - Níveis de aplicação da produção mais limpa



Fonte: CNTL (2006)

A Figura 1, mostra que é necessário priorizar os níveis, de forma a seguir do nível 1 para os níveis seguintes. Ao considerar a opção de redução de resíduos (nível 1), percebe-se que existem duas opções a serem seguidas: modificar o processo ou modificar o produto. Após esgotar as possibilidades de redução de resíduos (nível 1), é importante buscar alternativas de reciclagem interna (nível 2). Nesse estágio, é considerado que os resíduos que não podem ser evitados devem, preferencialmente, ser reintegrados ao processo de produção da empresa. A reciclagem interna tem como objetivo possibilitar que o resíduo retorne à cadeia produtiva ou seja reaproveitado pelos setores administrativos.

Depois de analisar as possibilidades de modificação no processo e no produto (nível 1) e a reciclagem interna (nível 2), é necessário proceder com uma análise da reutilização de resíduos e emissões fora da empresa, ou seja, por meio da reciclagem externa (nível 3). Nessa fase, é importante adotar medidas internas que facilitem a reciclagem externa dos resíduos, como a segregação dos resíduos nos níveis. Entende-se que se um resíduo não tem valor para uma pessoa, pode ter valor para outra. Isso pode ser alcançado por meio da reorientação dos resíduos gerados para uso em outros processos ou pela recuperação e venda de resíduos valiosos.

Em suma, a ordem de prioridade é primeiro nível 1, em seguida o nível 2 e, somente após esgotar todas as possibilidades, o nível 3.

2.2.2 Avaliação do Ciclo de Vida do Produto (ACV)

A ACV é um instrumento para compilar e avaliar impactos ambientais de um produto ou serviço ao longo do seu ciclo de vida. Ela começou a ser usada na década de 1960 por algumas empresas, porém sua sistematização viria mais tarde com a participação de diversas organizações de ensino e pesquisa e de governos de vários países. Sua origem suscita dúvidas, pois há muitos instrumentos parecidos e há disputa pela primazia por parte de autores e empresas. Há quem sustente que sua origem é a análise de energia usada para identificar as necessidades cumulativas de energia de alguns produtos da indústria química, cujo primeiro trabalho conhecido data de 1969. Outro instrumento precursor foi um método de análise denominado material-processo-produto, do início da década de 1970, que quantificava as entradas e saídas dos processos produtivos (BARBIERI, 2012).

Barbieri (2012) ainda mostra que a norma ISO 14040 define ciclo de vida como os estágios consecutivos e interligados de um sistema de produto, desde a aquisição da matéria-prima ou de sua geração a partir de recursos naturais até a disposição final. Nesta mesma perspectiva, Barbieri (2012) retrata que o sistema de produto é um conjunto de processos elementares, com fluxos elementares e de produto, desempenhando uma ou mais funções definidas e que modelam o ciclo de vida do produto. A ACV é a compilação e avaliação das entradas e saídas e dos impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida. A norma ISO 14040 postula os seguintes princípios gerais para orientar as decisões relativas ao planejamento e à condução da ACV:

“1. Perspectiva do ciclo de vida: a ACV considera todo o ciclo de vida desde a extração da matéria-prima, através da produção de energia e materiais, manufatura e uso, tratamento de fim de vida até a disposição final. A atenção a esse princípio permite identificar as transferências de cargas entre os estágios do ciclo ou entre processos individuais; 2. Foco ambiental: a ACV trata apenas dos aspectos e impactos ambientais. Outras considerações, como as econômicas e sociais, não fazem parte do escopo deste instrumento; 3. Abordagem relativa e unidade funcional: a ACV é uma abordagem relativa, estruturada em torno de uma unidade funcional, o parâmetro que define o que está sendo estudado. Todas as análises subsequentes são relativas à unidade funcional; 4. Abordagem iterativa: as fases individuais da ACV utilizam os resultados das outras fases; 5. Transparência: para assegurar uma interpretação adequada dos resultados, esse princípio procura garantir que os resultados da ACV não serão usados para outras finalidades que não as expressamente definidas no seu escopo. A falta de transparência foi em grande parte responsável pela perda de credibilidade da ACV no passado; 6. Completeza: a ACV considera todos os atributos ou aspectos do ambiente natural, da saúde humana e dos recursos. Esse princípio é o que traduz a ideia de ciclo dentro da abordagem do berço ao túmulo; 7. Prioridade da abordagem científica: as decisões da ACV são embasadas preferencialmente nas ciências naturais. Caso essa não seja possível, outras abordagens científicas podem ser usadas, como as derivadas das ciências econômicas e sociais. Na ausência de ambas ou de convenções internacionais, as decisões podem basear-se em escolhas de valores.” (BARBIERI 2012).

Já a norma ISO 14044:2009 ABNT (2009) retrata a fase de avaliação de impacto do ciclo de vida (AICV), sendo a terceira fase da ACV. O objetivo da AICV é prover informações adicionais para ajudar na avaliação dos resultados do inventário do ciclo de vida de um sistema de produto, visando ao melhor entendimento de sua significância ambiental. A interpretação do ciclo de vida é a fase final do procedimento de ACV, na qual os resultados de um ICV e/ou de uma AICV, ou de ambos, são sumarizados e discutidos como base para conclusões, recomendações e tomada de decisão de acordo com a definição de objetivo e escopo. Em alguns casos, o objetivo de uma ACV pode ser alcançado através da realização apenas de uma análise de inventário e de uma interpretação. Esse procedimento é usualmente denominado estudo de ICV. A ISO 14044:2009 ainda mostra que a ACV é uma entre várias técnicas de gestão ambiental (por exemplo, avaliação de risco, avaliação de desempenho ambiental, auditoria ambiental e avaliação de impacto ambiental) e pode não ser a técnica mais apropriada para todas as situações. A ACV tipicamente não aborda os aspectos econômicos ou sociais de um produto, mas a abordagem de ciclo de vida e as metodologias descritas nesta norma podem ser aplicadas a esses outros aspectos.

Segundo a NBR ISO 14040, ABNT (2009), a elaboração de uma AVC engloba quatro fases básicas: definição de objetivo e escopo, análise do inventário, avaliação de impactos e interpretação. Além das quatro fases básicas, a norma ainda engloba em seu escopo: a comunicação e a análise crítica da ACV, suas limitações, relação entre fases, e as condições para uso de escolhas de valores e elementos opcionais.

Conforme a norma ISO 14040 - *Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework* (COLTRO, 2007), a ACV é estruturada a partir da definição de objetivo e escopo apontando o motivo do estudo, público - alvo, o sistema de produto, os limites desse sistema e a unidade funcional; a análise de inventário do ciclo de vida por meio da coleta de dados e a quantificação de entradas e saídas de matéria e energia em softwares específicos; avaliação de impacto ambiental em que os dados do inventário são associados a potenciais impactos ambientais específicos, que devem ser considerados como indicadores de potenciais impactos relevantes, e não como uma afirmação de ocorrências futuras; e a interpretação de que, a partir da análise do inventário e da avaliação de impactos, realiza conclusões e recomendações para mitigar potenciais impactos ambientais gerados pelo sistema em estudo (ARAÚJO; SILVA, 2022).

Ressalta-se que não existem materiais que não gerem impactos: tudo causa impacto ambiental de alguma maneira, por menor que seja. Considera-se que toda manufatura usa ou

produz energia, o que significa que todo material ou produto incorpora energia. Sendo assim, fica evidente que para equilibrar energia, emissões e fluxos de água, é necessário examinar recursos, materiais, produtos e sistemas, incluindo suas vidas úteis, para um projeto mais sustentável e integrado completamente. Além disso, esse fato é importante pois auxilia na previsão de demanda e na definição dos investimentos necessários para manter ou melhorar a posição do produto no mercado (KEELER; BURKE, 2010).

Para dinamizar o estudo de ACV, existem diversos programas específicos que já trazem fluxos pré-existentes de materiais com base de dados relacionados a essas questões de impactos ambientais. Isso porque há uma base de dados que são separados nos programas, e fazem com que eles sejam sustentados por estudos que vão sendo realizados ao longo do tempo.

Um exemplo desse tipo de software é o openLCA, software gratuito e profissional de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e *Footprint* 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 permite e facilitam a modelagem do ciclo de vida de diversos produtos (GREENDELTA, 2022).

2.2.3 Matriz de Leopold

Uma ferramenta que pode ser utilizada pelos gestores ambientais nas empresas para identificar e classificar aspectos e impactos ambientais é a matriz de Leopold:

“As matrizes tiveram início a partir da tentativa de suprir as deficiências das listagens dos aspectos (check-list). Uma das mais difundidas nacional e internacionalmente foi a Matriz de Leopold, criada por Leopold, em 1971, para o Serviço Geológico do Interior dos Estados Unidos. Trata-se de uma matriz bidimensional simples que relaciona as ações de um projeto a vários fatores ambientais.” (FOGLIATTI et al., 2004; MAVROULIDOU et al. 2007; SOUSA, 2011 apud CAVALCANTE; LEITE, 2016).

Sánchez (2008) apud CAVALCANTE; LEITE (2016) mostra que a Matriz de Leopold foi uma das primeiras ferramentas no formato da matriz feita para avaliar os impactos ambientais:

“A matriz é composta do cruzamento de 88 componentes (ou fatores) ambientais e 100 ações potencialmente alteradoras do ambiente, resultando em 8.800 quadrículas. Em cada uma dessas quadrículas são indicados algarismos que variam entre 1 e 10, correspondendo, respectivamente, à magnitude e à importância do impacto. Ao número 1 corresponde a condição de menor magnitude (mínimo da alteração ambiental potencial) e de menor importância (mínima significância da ação sobre o

componente ambiental considerado). Ao número 10 correspondem os valores máximos desses atributos. O sinal (+) ou (-) na frente dos números indica se o impacto é, respectivamente, benéfico ou adverso. Como em outros métodos, existe o risco da subjetividade.” (SÁNCHEZ, 2008)

Segundo COSTA et al. (2005), o princípio básico da Matriz de Leopold consiste em primeiro identificar todas as possíveis interações entre as ações e os fatores, e em seguida avaliar a magnitude e a importância de cada impacto. A avaliação da magnitude é mais objetiva, pois se refere ao grau de alteração causado pela ação no ambiente, enquanto a avaliação da importância é mais subjetiva, pois envolve atribuir um peso relativo ao fator afetado no projeto.

De acordo com Leopold (1971), os efeitos têm dois atributos principais: tamanho (magnitude em termos de escala de tempo e espaço da interação das ações) e relevância (intensidade do impacto na área de influência do empreendimento ou além dela, relacionada ao fator ambiental).

Cavalcante e Leite (2016) ressaltam que as vantagens desta ferramenta residem na sua capacidade de tornar os resultados facilmente compreensíveis, além de abordar fatores tanto biofísicos quanto sociais. Além disso, a ferramenta permite utilizar apenas poucos dados, sejam eles qualitativos ou quantitativos. Ela também possui um caráter multidisciplinar, sendo de baixo custo e apresentando simplicidade na sua elaboração. Além disso, oferece uma boa orientação e disposição visual.

Ainda conforme Cavalcante e Leite (2016), para a criação da matriz, há alguns critérios para se observar e caracterizar o empreendimento estudado, conforme mostra o Quadro 1. Segundo os mesmos, com relações às avaliações pertinentes ao impacto em si, são adotados os critérios de severidade (classifica-se a gravidade do impacto causado ao meio ambiente) e frequência (define-se com qual frequência o impacto ocorre). A classificação do impacto ambiental, se dá ao cruzar os critérios de severidade e frequência/probabilidade, resultando na categoria final do aspecto ambiental em análise, conforme dados do Quadro 2. Os fatores ambientais avaliados são o solo, a água e o ar.

Quadro 1 – Dados para identificação dos componentes e situação do aspecto

Identificação	Itens	Significado
Componentes	Aspecto ambiental	Elementos, atividades ou produtos que podem interagir com o meio ambiente.
	Impacto ambiental	Qualquer alteração no ambiente, seja prejudicial ou benéfica, que seja

		consequência das atividades, produtos ou serviços de uma organização, total ou parcialmente.
Situação do aspecto	Normal (N)	Quando o aspecto é decorrente da atividade normal.
	Anormal (A)	Quando o aspecto se manifestou como resultado das operações de manutenção ou paralisação.
	Emergencial (E)	Quando o aspecto ocorre em situações ou atividades não planejadas.

Fonte: Adaptado de Cavalcante e Leite (2016)

Quadro 2 – Dados para avaliação do impacto ambiental identificado

Identificação	Itens	Significado
Severidade do Impacto	Baixa (B)	Apesar do impacto ambiental mínimo, é viável reverter a degradação com medidas de controle sem afetar o negócio ou a reputação da empresa.
	Média (M)	A expansão geográfica de um problema ambiental moderado pode prejudicar a empresa, mas é reversível com medidas de controle.
	Alta (A)	Impacto ambiental global severo com implicações financeiras e de reputação irreversíveis, apesar das medidas de controle.
Frequência/Probabilidade do Impacto	Baixa (B)	É uma ocorrência rara, devido à presença de procedimentos, controles e gerenciamento ambiental apropriados.
	Média (M)	Acontece em frequência superior a uma vez por mês, devido à presença de procedimentos, controles e gerenciamento ambiental adequados.
	Alta (A)	Acontece de forma cotidiana, graças à implementação de procedimentos, controles e gestão ambiental apropriados.

Fonte: Adaptado de Cavalcante e Leite (2016)

Para avaliação desses impactos, são atribuídas classificações, onde são avaliados os impactos ambientais identificados dentro da produção de tijolos. A classificação mostra o cruzamento entre a severidade e frequência/probabilidade do impacto ambiental, sendo ele de alto, médio e baixo impacto. Esse cruzamento, se dá pela correlação de coluna por linha.

Quadro 3 – Classificação do impacto ambiental

Impacto	Alto	Médio	Baixo
Alto	Alta Significância	Média Significância	Média Significância
Médio	Média Significância	Média Significância	Baixa Significância
Baixo	Média Significância	Baixa Significância	Baixa Significância

Fonte: Cavalcante e Leite (2016)

A etapa seguinte, traz a classificação da importância, corresponde a condição sobre determinada ação perante componente ambiental, de forma que há uma escala de 0 à 5, o que implica uma sequência de menor para o maior nesses atributos, ou seja, uma escala likert adotada de mínima significância à máxima, como ilustra o Quadro 4.

Quadro 4 – Escala de magnitude

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

Fonte: Boldrin e Cutrim (2014)

3. METODOLOGIA

3.1 Classificação da Pesquisa

Esta pesquisa possui uma abordagem qualitativa e é conduzida por meio de um estudo de caso aplicado, o que a torna descritiva. Além disso, ela tem um componente exploratório, pois busca mapear os processos, compreendê-los e identificar oportunidades de melhorias correspondentes.

A pesquisa se qualifica como uma pesquisa qualitativa, que de acordo com SOUSA *et al.* (2020) a pesquisa de cunho qualitativo tem seu foco de interesse voltado para o indivíduo e para suas relações e interações com o ambiente, e do pesquisador, por sua vez, supõe contato direto e prolongado com o ambiente e a situação que está sendo investigada, num intenso trabalho de campo. Com isso, tem-se um método que se debruça com as formas de percepção do mundo, de comunicação, de autoconhecimento e de conhecimento dos problemas humanos.

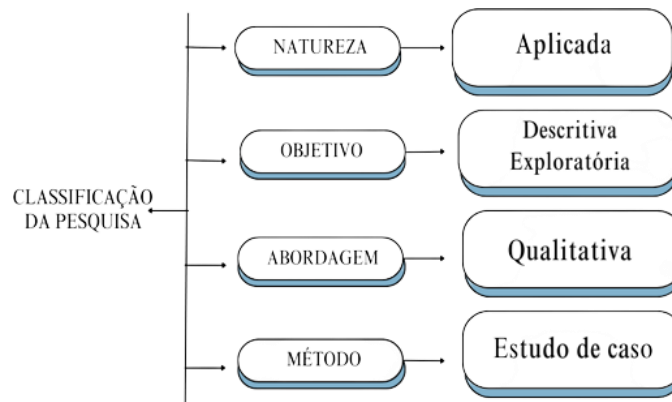
Segundo Yin (2015) o estudo de caso se dá através de uma investigação, onde será realizado uma pesquisa profunda em contexto com o mundo real. Partindo desse pressuposto, a pesquisa em questão se caracteriza como um estudo de caso, investigando uma ação atual e buscando melhorias para seu processo.

Conforme mencionado por Marion *et al.* (2002), uma pesquisa descritiva tem como objetivo descrever as características de um fenômeno ou população específica e estabelecer correlações entre fatos ou fenômenos, sem causar alterações neles. Somando-se a isso, a pesquisa se torna descritiva, podendo ser considerada como uma categoria mais ampla, incluindo a busca por documentar características e fenômenos observados na realidade através de visita técnica, interpretando essas informações. Além claro, de ser um pouco exploratória, buscando traçar mapeamentos dos processos.

Segundo Lima e Gomes (2020) a pesquisa aplicada tem em vista produzir um determinado conhecimento que possa ser aplicado efetivamente na vida real, que ajude a alterar uma situação, fenômeno ou sistema. Tornando assim, a pesquisa com natureza aplicada, afinal há um foco principal, e partindo dele, há a construção de conhecimento para solucionar problemas já existentes, com aplicação prática.

A Figura 2, mostra de forma resumida como se deu o procedimento de classificação do presente trabalho.

Figura 2 – Classificação do método da pesquisa



Fonte: Autoria Própria (2023)

3.2 Método da pesquisa

O estudo de caso ocorreu em uma empresa cerâmica e foi conduzido de maneira prática, com foco na análise dos impactos ambientais relacionados à produção dos produtos da empresa, que no caso, se deu pela produção de tijolos. O objetivo principal foi sugerir melhorias que reduzissem esses impactos. Para alcançar esse objetivo, foi utilizada a matriz de Leopold para avaliar os aspectos e a geração de impactos ambientais. Isso envolveu a análise da situação dos aspectos, a avaliação dos impactos e a combinação da gravidade e da frequência desses impactos, resultando em uma análise para a proposição de melhorias.

Para aplicação deste estudo de caso na empresa de cerâmica em questão, foi preciso seguir nove passos. Inicialmente, no contexto deste estudo, realizou-se o levantamento da bibliografia básica pertinente à área de interesse. Esse levantamento compreendeu a identificação e pesquisa e artigos científicos e materiais de referência que abordassem o tópico em foco, sendo consultados através de palavras-chaves no Google Acadêmico, tais como: cerâmica vermelha; extrativismo; cerâmica no semiárido; fabricação de tijolos; geração de resíduos na fabricação de tijolos; impacto ambiental em cerâmica. Além claro, do auxílio da biblioteca virtual do SIGAA (Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas), para definição de alguns conceitos, bem como do Periódicos CAPES, para busca de artigos na área de estudo em questão. Em seguida, procedeu-se à seleção da empresa a ser analisada, baseada em critérios como a relevância do setor em que a empresa atua para o escopo do estudo, a disponibilidade de informações necessárias e o porte da empresa.

A etapa subsequente envolveu a elaboração de um questionário semiestruturado – anexado em apêndice A –, destinado a ser empregado durante as visitas técnicas à empresa

selecionada. Após a elaboração desse questionário, foi realizada uma visita técnica, com o objetivo de obter informações detalhadas sobre os processos de produção, sobre as práticas ambientais adotadas e a geração de resíduos na operação da empresa.

Houve uma visita técnica planejada, à empresa do estudo, com o objetivo de conhecer os principais processos produtivos e compreender a geração de resíduos em todo o processo de fabricação de tijolos. Durante a visita, teve-se a oportunidade de uma conversa com o diretor da empresa, que compartilhou sua expertise e conhecimento sobre o assunto. A visita teve duração aproximada de duas horas, durante as quais o diretor fez uma apresentação detalhada do processo de produção de tijolos, sanando todas as possíveis dúvidas. O diretor mostrou todas as etapas, desde a seleção da matéria-prima até o produto final. Logo após isso, o contato com a empresa do estudo, se manteve através do *WhatsApp*, onde uma pessoa responsável pelos recursos humanos, sanou todas as outras possíveis dúvidas que surgiram após a visita.

Com base nas informações coletadas ainda durante a visita, foi possível selecionar os produtos específicos que seriam analisados em relação à geração de resíduos em seus ciclos de produção. Essa seleção levou em consideração tanto a importância ambiental dos produtos quanto a quantidade de resíduos gerados por eles.

Em seguida, foi realizado o mapeamento dos processos de produção dos produtos escolhidos, a produção de tijolos, com foco especial na identificação dos pontos de geração de resíduos. Para essa finalidade, utilizou-se o software BIZAGI, que possibilitou a representação visual dos processos produtivos, auxiliando na identificação precisa dos locais onde os resíduos são gerados.

Feito isso, foi utilizado a matriz de Leopold para identificar os impactos ambientais em diferentes níveis de severidade: baixa, média e alta, levando em consideração também a frequência de sua ocorrência. Com base nessa abordagem, foi realizada a análise dos dados coletados, com o objetivo de elaborar propostas de melhorias.

Com base nas informações derivadas do mapeamento dos processos produtivos e da identificação dos impactos ambientais, foram selecionadas práticas ambientais de melhoria. Essas práticas visam atenuar os problemas ambientais previamente identificados, contribuindo para um desempenho mais sustentável da empresa. Por fim, as conclusões desse estudo foram utilizadas para elaborar um plano de implantação que visa implementar as práticas ambientais escolhidas e promover melhorias significativas na gestão dos resíduos e nos aspectos ambientais relacionados à operação da empresa, usando a ferramenta 5W2H.

A Figura 3, mostra a seguir o esquema das etapas de forma mais resumida.

Figura 3 - Esquema das etapas do método de pesquisa



Fonte: Autoria própria (2023)

4. ESTUDO DE CASO

4.1 Descrição da Empresa

A empresa estudada está localizada na BR 304, na cidade de Itajá/RN e possui 45 funcionários. Segundo aa Fiern (2021), essa quantidade de funcionários caracteriza a empresa como de pequeno porte. A devida organização trabalha com cerâmicas vermelhas, e atua há mais de 20 anos no mercado, tendo certificação desde 2014, no Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat. A empresa tornou-se uma das principais empresas no setor de matérias de construção civil no estado no Rio Grande do Norte, atingindo os estados da Paraíba e Pernambuco. A empresa fabrica blocos estruturais, blocos de vedação e blocos de laje utilizados na construção civil.

Ressalta-se que existem dois tipos de cerâmicas, as cerâmicas vermelhas que são caracterizadas pela coloração avermelhada de seus produtos e são amplamente utilizadas na construção civil. Entre os produtos mais comuns estão tijolos, blocos, telhas, tubos, lajes para forro, elementos vazados, agregados leves de argila expandida, entre outros. Essa coloração avermelhada é alcançada devido às impurezas minerais presentes nas argilas utilizadas na fabricação, tais como óxidos de ferro. Durante o processo de queima, essas impurezas reagem, conferindo à cerâmica sua cor característica. Por outro lado, tem a cerâmica branca que é geralmente feita a partir de argilas claras e puras. Essas argilas resultam em uma cor branca após o processo de queima, e tem como exemplo os pisos usados nas construções civis.

As cerâmicas vermelhas são um tipo de material de construção produzido a partir da argila vermelha ou barro vermelho. Segundo Coelho (2009), devido ao seu valor agregado baixo, as argilas são extraídas de jazidas estratégicas para abastecer as cerâmicas locais ou serem vendidas nos mercados locais. Essa argila é conhecida por ter uma alta concentração de óxido de ferro, resultando em uma coloração vermelha quando queimada em altas temperaturas. As cerâmicas vermelhas são amplamente utilizadas na construção, principalmente na produção de tijolos e telhas, devido à sua resistência mecânica e capacidade de suportar grandes cargas estruturais.

4.2 Descrição do Processo Produtivo dos Tijolos

A primeira etapa do processo produtivo dos tijolos consiste na mistura de dois tipos de argila, sendo uma argila mais densa e outra mais fina. A mistura, por sua vez, fica ao ar livre e exposta ao sol durante 24h, para que assim, posteriormente, a mesma se dirija para um galpão, onde passa em média de 4 à 5 dias, e ao longo desse tempo, essa mistura é regada com água, se tornando assim uma argila mais pastosa. Após a argila passar por esse período descrito, a

mistura entra em um filtro, que serve para controlar a saída da argila pela esteira. Após ser adicionada nesse filtro, a argila segue por uma esteira rolante, com a utilização de um mecanismo - uma caixa suspensa com ímãs, aos quais os metais que possam estar juntos com a argila são extraídos. Ressalta-se que essa argila é extraída de jazidas da região e que durante esse processo de extração, metais podem ser também extraídos.

Seguindo o processo, é adicionado mais água, onde existe sobre a esteira um suporte para despejar esse insumo. Ressalta-se que nessa etapa é utilizado um amperímetro, sensor utilizado para a medição da corrente elétrica, sua função é importante para verificar se a energia elétrica que está passando por aquele componente está de acordo com o esperado de forma controlada, e fazer o composto ficar na plasticidade certa - que se for superior a 25% de água, o mesmo fica plastificado - o amperímetro também ajuda a não quebrar as máquinas da frente devido a argila está seca demais, ou seja, há um monitoramento para que a argila fique úmida o suficiente para as próximas etapas, de não danificar a máquina. Nessa etapa, há um funcionário fixo que monitora o processo.

A mistura então segue pela esteira e vai para o molde escolhido dentre as 62 fôrmas que a empresa dispõe, ganhando assim forma. É importante ressaltar que nesse processo o tijolo ganha algumas informações, as quais: o nome da empresa, seu CNPJ, a data de fabricação, o contato da empresa, e as dimensões do produto, facilitando assim a sua rastreabilidade. Ainda na esteira, após ganhar forma, o tijolo segue para uma inspeção do seu tamanho, onde, se o mesmo estiver acima do tamanho padrão estabelecido, esse excesso será retirado da esteira por um funcionário, que dispõe desse resíduo em uma outra esteira fazendo com que o excesso volte para o filtro - processo onde é adicionado a mistura das argilas - passando novamente pelo processo e assim, não existindo perda. Ressalta-se que como a argila ainda está úmida, esse reaproveitamento é possível.

Nesta etapa do processo produtivo, o tijolo já tem forma, e então, funcionários o retiram da esteira, montando de forma estratégica em um pallet, onde um carrinho industrial pega esse pallet e o desloca até a área de secagem - que tem tempos diferentes, dependendo do tipo de produto que será produzido e posto na fôrma escolhida, ou seja, cada fôrma dispõe de um molde diferente, e cada um desses modelos tem tempos diferentes para secagem, havendo assim oscilações de dias de secagem dependendo de que tipo de fôrma está se usando, afinal há a perda da umidade, sabendo que 20% do produto fabricado, é água.

A secagem é feita ao ar livre no galpão, e para o auxílio, a empresa dispõe de grandes ventiladores, que trabalham 24h por dia. Além disso, eles também colocam placas, ajudando a

identificar a data que foi posto para secagem e assim, consiga fazer a fiscalização necessária para auxiliar a sua ida ao forno. Passando-se os dias de secagem, os tijolos, já secos, são levados para o forno do tipo Hoffmann, também conhecido como forno de queima contínua de tijolos. Ressalta-se que esse tipo de forno é utilizado na indústria da cerâmica para a produção de tijolos, telhas e outros materiais similares.

O forno Hoffmann é conhecido por sua eficiência energética e capacidade de manter a temperatura constante durante o processo de queima. O layout dos tijolos dentro do forno é em formato de uma série de linhas em um único lote, a chama passa de uma linha para outra, em um sistema contínuo. As linhas são preenchidas com blocos, a temperatura é controlada por um determinado tempo até que os tijolos estejam preparados e a temperatura seja encaminhada para as próximas linhas para realizar o pré-aquecimento das linhas.

Como atua sem interrupções, o forno Hoffmann possui pouquíssimo combustível, e na cerâmica do estudo de caso em questão, o controle da temperatura se dá pela evitação a requeima na soleira, ou seja, os fornos são caracterizados por um sistema de alimentação contínuas, e a falta de queima no teto, além de evitar o choque térmico, que é grande responsável pelas peças trincadas, esse controle de temperatura resulta na economia de combustível e reduz as perdas nas fornalhas. Em caso de tijolos que são deformados e/ou quebram durante a secagem, voltam para o processo inicial, onde são quebrados, e assim, voltam a seu estado anterior de argila. Até esse processo, todos os resíduos gerados podem ser reaproveitados.

O tijolo começa a ganhar sua cor necessária ao ser posto no forno, que por sua vez é aquecido de forma adequada, e há termopares para monitorar a temperatura, que é um sensor utilizado para medir a temperatura. Ressalta-se que, no que diz respeito a utilização dos fornos, a empresa faz medição anualmente das emissões dos seus gases, que precisam estar entre 20% a 30% do limite estabelecido pelos órgãos ambientais, sendo assim um dos condicionantes ambientais relacionados a licença ambiental necessária para o funcionamento do empreendimento, tal licença precisa ser renovada periodicamente. O forno, por sua vez, é grande, dividido por várias partes e assim, comporta uma quantidade boa de tijolos. Os tijolos são carregados com auxílio de um carrinho que comporta os paletes e motos com carrocinhas, e assim são transportados do galpão aos fornos, e logo, os funcionários fazem a retirada desses tijolos e os arrumam de forma adequada dentro do forno, para que haja o menor desperdício possível dos mesmos.

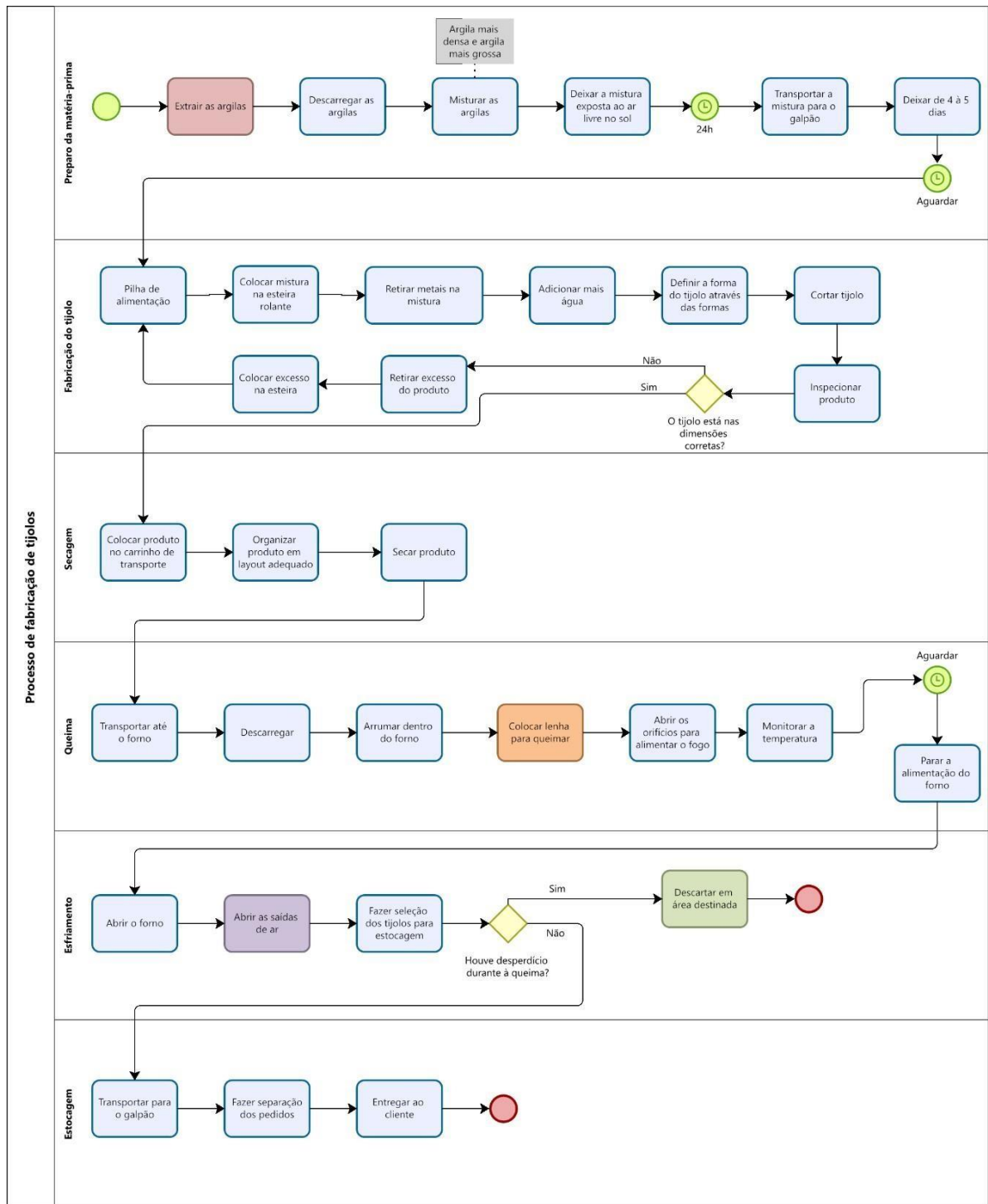
Os fornos são acesos com auxílio de lenha – que são compradas –, pó de serraria e cavaco de serraria, e leva em média 7 dias para que o fogo circule por todo o forno. Em cima

dos fornos, há alguns orifícios feitos para alimentação do forno, em que os funcionários despejam os combustíveis a partir desses orifícios. São usados 1 metro de lenha a cada milheiro de tijolo, fazendo assim com que seja uma carga de lenha por dia. Devido os tijolos estarem expostos a uma temperatura muito alta, os mesmos podem quebrar e/ou passar do ponto ideal, levando assim à sua perda total, sendo ela de 3% a 5% a cada fornada. As canaletas – uma das formas de tijolo – são as que geram mais desperdício. Devido ser um material que não há reaproveitamento, depois de queimado, os desperdícios dos mesmos são doados a prefeitura para que sirva de auxílio para construções de estradas. Os demais tijolos, após queimados, são estocados e esperam para serem transportados aos clientes.

A empresa ainda conta com uma área de borracharia, para dar auxílio quando necessário, aos funcionários que trabalham em carros/motos, e/ou caminhões que servem para transportar as cargas de tijolos. Como os mesmos não têm licença para queima de pneus, eles doam para uma empresa de cimento, destinando esses resíduos para queima. A Figura 3 representa a modelagem do processo descrito anteriormente.

Dentro do processo, ainda há geração de resíduos, onde na Figura 3, tem-se a representação por cores de cada um deles. Na cor marrom, tem a extração da argila que durante o processo de extração, parte da argila pode ser considerada rejeito devido a impurezas ou características indesejáveis. Na cor laranja, tem a queima da lenha, que gera cinzas, e as mesmas consistem principalmente em minerais inorgânicos que não queimaram durante o processo de combustão. Dependendo da fonte da lenha e das impurezas presentes, as cinzas podem conter elementos como cálcio, magnésio, potássio e fósforo. Na cor roxo, tem a abertura das saídas de ar, que com a queima da lenha e geração das cinzas, ao abrir as mesmas, há liberação de gases de combustão, ou seja, a queima de lenha produz esses gases, como dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x) e compostos orgânicos voláteis. Esses gases têm implicações para a qualidade do ar e as emissões de gases de efeito estufa. Já na cor verde, tem-se o descarte dos tijolos que ao serem queimados, não houve o reaproveitamento e quebraram ou ficaram imperfeitos, gerando assim resíduos.

Figura 4 - Processo produtivo para fabricação de tijolos



O processo produtivo, se dá boa parte de forma automatizada, contendo funcionários apenas para monitorar, transportar e auxiliar em alguns processos como alimentação dos fornos para a queima, e a organização dos tijolos dentro dos fornos, e na retirada deles já prontos. A Figura 5, mostra o detalhamento das atividades, através de fotos, mostrando cada etapa do processo produtivo.

Figura 5 - Ilustração fotográfica do processo produtivo



Fonte: Autoria Própria (2023)

4.3 Ações Ambientais realizadas pela empresa

A empresa realiza algumas ações ambientais, de forma a garantir sempre sua qualidade e mostrando a sua preocupação para com o meio ambiente, abordando algumas ações essenciais para alcançar esses objetivos. Ações essas, que podem ser condicionantes ambientais para licença de uso dos fornos Hoffmann, com limite adequado para as emissões de gases. Ressalta-se que a obtenção da licença de uso dos fornos de tijolos deve seguir critérios rigorosos para garantir o cumprimento de limites adequados para as emissões de gases. A empresa adota tecnologias e práticas que reduzem a liberação de poluentes na atmosfera, buscando minimizar o impacto ambiental e contribuir para a preservação do ecossistema local, realizando todo final

de ano uma coleta de dados das emissões de gases emitidas, de acordo com os órgãos ambientais. A Figura 6 mostra o forno Hoffmann de forma ilustrativa.

Figura 6 - Forno Hoffmann



Fonte: Ceraterm (2019)

Outra ação é o reaproveitamento necessário de todas as etapas possíveis dentro do processo produtivo visando a sustentabilidade e a redução do desperdício, a empresa promove o reaproveitamento de todas as etapas possíveis dentro do processo produtivo. Isso inclui o uso de resíduos e subprodutos para outras finalidades, como por exemplo, os resíduos dos tijolos que quebram durante a queima, são doados a prefeitura local para reaproveitamento na fabricação de estradas, evitando o descarte inadequado e reduzindo a demanda por novas matérias-primas. Em relação ao reaproveitamento de resíduos dos tijolos antes de ir ao forno, a Figura 7, mostra o funcionário fazendo a retirada do excesso do tijolo, e colocando em uma outra esteira para voltar ao filtro, onde novamente passará pelo processo de produção, fazendo assim com que não haja desperdício.

Figura 7 – Funcionário fazendo a retirada do excesso do tijolo



Fonte: Fotos da visita técnica, autorizada.

Em termos da doação dos resíduos de tijolos para reaproveitamento, além de promover o reaproveitamento interno, a empresa busca parcerias, uma delas é com a prefeitura da cidade de Itajá/RN, para que possam utilizar os resíduos de tijolos para outras finalidades, como por exemplo, ajudar no pavimento de ruas, já que os mesmos por serem provenientes da etapa do forno, não podem ser reaproveitados em construções e afins. Dessa forma, é possível reduzir o impacto ambiental e contribuir com iniciativas sociais voltadas para a sustentabilidade. Outra ação da empresa é a destinação adequada para queima dos pneus de sua frota para uma empresa licenciada a queima de pneus pode gerar poluição e riscos à saúde humana e ao meio ambiente. A empresa, por sua vez, faz a doação desses pneus para uma empresa de fabricação de cimento, que tem licença ambiental para queimá-los, e também fazer reaproveitamento sendo utilizados como mistura em asfaltos.

A empresa também dispõe de um quadro de mapa de risco disposto a todos os funcionários, a segurança dos funcionários é um aspecto crucial dentro do ambiente de trabalho. A empresa fornece um quadro de mapa de risco bem visível a todos os colaboradores, identificando as áreas com possíveis riscos e as medidas preventivas a serem adotadas em cada caso, como ilustra a Figura 8.

Figura 8 – Mapa de risco exposto para os funcionários



Fonte: Fotos da visita técnica, autorizada.

Além disso, já promovem treinamentos para conscientizar os trabalhadores sobre a importância de seguir as normas de segurança. Outra medida utilizada pela empresa é a utilização da energia solar, fazendo a empresa ter uso de 100% desse tipo de energia, tendo um pequeno parque com painéis solares, disposto na própria empresa e assim fazendo uso sustentável da energia, além de minimizar custos, como ilustra a Figura 9.

Figura 9 – Painel Solar da empresa



Fonte: Fotos da visita técnica, autorizada.

A adoção de condicionantes ambientais para a licença de uso dos fornos – que consistem em cláusulas que definem as condições, limitações, medidas administrativas e ambientais que o empreendedor precisa obedecer na gestão dos impactos ambientais gerados pela implantação e operação dos empreendimentos e atividades sujeitos a licenciamento –, o reaproveitamento de resíduos, a destinação adequada dos pneus e a conscientização dos funcionários através do mapa de risco são medidas que, quando implementadas de forma integrada, contribuem para a sustentabilidade do negócio e para a promoção de um ambiente mais seguro e responsável.

4.4 Aspectos e impactos ambientais proveniente das ações na empresa ceramista

4.4.1 Identificação dos aspectos e impactos ambientais a partir da análise do processo produtivo

Dentro do processo produtivo para fabricação de tijolos, foi possível identificar alguns aspectos ambientais relevantes, os quais podem gerar impactos ambientais negativos. Apesar da empresa se preocupar em sempre fazer o reaproveitamento de algumas etapas, e doar alguns outros materiais que não são reaproveitados, não minimizam por completo a geração desses aspectos. No Quadro 5, é possível verificar alguns desses aspectos, e a geração dos impactos que os mesmos podem acusar.

Quadro 5 – Aspectos e impactos ambientais proveniente de ações para fabricação de tijolos

QUADRO RESUMO – ASPECTOS X IMPACTOS AMBIENTAIS			
ATIVIDADE	ASPECTOS	IMPACTOS	CITAÇÃO
Uso da matéria-prima (argila)	Extração de matéria-prima	Degradação do solo e a emissão de efluentes;	“O mau uso da terra pode acelerar a erosão e provocar em algumas regiões a formação ou a expansão das condições típicas de deserto (desertificação)” (STEIN, 2018).
Processo produtivo	Geração de resíduos sólidos	Comprometimento da qualidade do ambiente e da paisagem local;	“As questões relacionadas aos Resíduos Sólidos, exercem um impacto significativo na nossa sociedade, uma vez que a prática do consumo consciente pode desempenhar um papel fundamental na mitigação dos efeitos do crescimento populacional. Além

			disso, a adoção de práticas como o reuso, a reciclagem, a compostagem e a recuperação de energia a partir dos resíduos desempenha um papel crucial na redução das pressões sobre a produção industrial e alimentícia, além de contribuir para a diminuição da poluição ambiental e a preservação de recursos não renováveis.” (GODECKE; NAIME; FIGUEIREDO, 2012)
Uso de combustíveis nos veículos da empresa	Emissões atmosféricas – CO ₂ (Dióxido de Carbono); SO ₂ (Dióxido de Enxofre); NO _x (Óxido de Nitrogênio)	Aquecimento global e às mudanças climáticas;	“A poluição atmosférica é uma das principais causas de mortes e doenças, uma vez que, quando os índices de poluição se elevam, o risco de doenças cardíacas, câncer de pulmão e doenças respiratórias crônicas e agudas tornam mais suscetíveis a atingir as pessoas que habitam as cidades, as quais apresentam essa concentração de poluentes” (SAN MARTIN, 2020).
Processo produtivo	Consumo de água	Assoreamento dos cursos de água	“A NBR 15.527, que estabelece diretrizes para a captação e utilização de água pluvial em áreas urbanas para fins não potáveis, ressalta que o consumo exagerado e mal elaborado de água pode gerar efluentes negativos.” (ABNT, 2007)
Processo produtivo	Geração de efluentes	Contaminação dos solos e lençóis freáticos;	“A geração de efluentes industriais é uma preocupação crescente devido aos impactos negativos que podem causar nos ecossistemas aquáticos e na saúde humana. Esses efluentes contêm uma variedade de

			substâncias químicas, incluindo metais pesados, compostos orgânicos tóxicos e nutrientes em excesso, que podem comprometer a qualidade da água e prejudicar a biodiversidade” (SILVA, A. <i>et al.</i> , 2020).
Uso de máquinas e equipamentos	Emissão de poeira, ruídos e vibrações	Poluição sonora.	“É imprescindível mitigar os impactos causados pela emissão de poeira, ruídos e vibrações, uma vez que esses fatores contribuem diretamente para a degradação do ambiente e para o comprometimento da qualidade de vida da população. É fundamental estabelecer medidas de controle eficientes e adequadas, considerando as particularidades do contexto brasileiro, a fim de garantir a sustentabilidade ambiental e a harmonia entre os setores produtivos e a comunidade local” (ARAÚJO, 2019)

Fonte: Autoria Própria (2023)

4.4.2 Utilização da Matriz de Leopold

As citações presentes no Quadro 5, mostram que esses aspectos são fatores que já aconteceram, trazendo assim impactos suscetíveis que serão gerados e que causam danos não só a empresa em questão, como a toda a população.

Após a conclusão do mapeamento completo do processo de produção e a observação minuciosa de cada etapa envolvida na produção de tijolos, foram identificados os aspectos e os impactos ambientais associados, fornecendo informações essenciais para a elaboração da matriz. A mesma foi criada com base nos trabalhos desenvolvidos por Cavalcante e Leite (2016), Almeida *et al.* (2014) e Boldrin e Cutrim (2014), que servira como objetivo para listar os aspectos e impactos ambientais, de forma a se discutir quais os impactos mais fortes dentre

os citados, ou seja, aqueles que deverão ser priorizados. É importante destacar que os valores atribuídos foram ajustados, dos artigos bases, levando em conta o nível de conexão entre o aspecto analisado e o impacto resultante, conforme discutido anteriormente, COSTA *et al.* (2005), o princípio básico da Matriz de Leopold consiste em primeiro identificar todas as possíveis interações entre as ações e os fatores, e em seguida avaliar a magnitude e a importância de cada impacto. A avaliação da magnitude é mais objetiva, pois se refere ao grau de alteração causado pela ação no ambiente, enquanto a avaliação da importância é mais subjetiva, pois envolve atribuir um peso relativo ao fator afetado no projeto.

A construção da matriz se deu por meio de algumas fases. Inicialmente, ainda dentro da bibliografia, foi criado dois quadros, 1 e 2, com dados de identificação, mostrando componentes, a situação do aspecto, bem como a severidade do impacto e a frequência/probabilidade do mesmo, que posteriormente serviram como elementos cruciais para elaboração da matriz. Posteriormente, foram listados os aspectos e impactos ambientais que são desempenhados dentro da produção de tijolos na empresa estudada, como ilustra o Quadro 3.

Somando-se a isto, foram também classificados os impactos ambientais gerados, cruzando a os graus de alto, médio e baixo impacto, como mostra o Quadro 3, assim como, também a escala de magnitude para cada um deles, atribuídos no Quadro 4.

Após todo o processo de consolidar as fases, bem como o mapeamento do processo produtivo e a identificação dos aspectos e impactos ambientais envolvidos, se dá a montagem da matriz. O Quadro 6 a seguir, mostra os detalhes dessa matriz, avaliando os impactos dentro do processo produtivo da fabricação de tijolos.

Quadro 6 – Matriz de Leopold Geral

MATRIZ DE LEOPOLD GERAL - CLASSIFICAÇÃO DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS NA FABRICAÇÃO DE TIJOLOS														
CERÂMICA VERMELHA	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
Uso da matéria-prima (argila)	Extração de matéria-prima	Degradação do solo e a emissão de efluentes	X					X		X				X
Processo produtivo	Geração de resíduos	Comprometimento da qualidade do ambiente e da paisagem local	X					X	X				X	
Uso de combustíveis	Emissões atmosféricas	Aquecimento global e às mudanças climáticas	X			X			X			X		
Consumo de água	Geração de efluentes	Contaminação dos solos e lençóis freáticos	X					X	X				X	
Uso de máquinas e equipamentos	Emissão de poeira, ruídos e vibrações	Poluição sonora	X					X	X				X	

Fonte: Adaptado de Cavalcante e Leite (2016) e Almeida *et al* (2014)

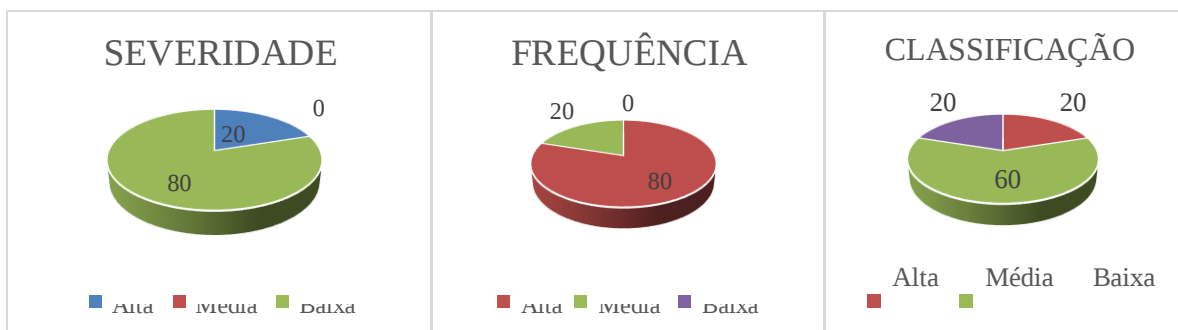
O Quadro 6, mostra a versão geral da matriz de Leopold, trazendo um entendimento de forma global, e as atividades da cerâmica vermelha, fazendo a relação de aspectos e impactos ambientais, correlacionando com a situação do aspecto, seja ele normal, anormal e emergencial, como descrito no Quadro 1. O impacto ambiental, por sua vez, pode ser descrito através da severidade, frequência e classificação, podendo apresentar correlações altas, médias ou baixas, como mostra o Quadro 2.

Ao analisar os dados em relação às características da situação dos aspectos, conforme apresentado no Quadro 6, observamos que os aspectos listados apresentam uma ocorrência normal, o que é considerado benéfico, pois indicam que todos estão ocorrendo dentro dos padrões esperados. No entanto, é importante notar que essa normalidade não necessariamente implica na minimização dos impactos ambientais gerados pela atividade em questão. Quanto aos impactos ambientais, divididos em severidade, frequência e classificação, identificamos que a severidade é alta no que diz respeito ao uso de combustíveis. Em relação à frequência da ocorrência desses impactos, ela está associada ao processo produtivo, ao uso de combustíveis, ao consumo de água e ao uso de máquinas e equipamentos. No entanto, é relevante ressaltar que a classificação dos impactos parece ser subjetiva, uma vez que o procedimento adotado não estabeleceu claramente os critérios que definem o que é considerado um impacto desprezível, considerável ou de grande proporção. A falta de uma definição precisa desses critérios pode tornar a análise dos impactos menos objetiva e mais sujeita a interpretações individuais.

A Figura 9, mostra a porcentagem de cada impacto ambiental com a relação à sua severidade, frequência e classificação. Foram obtidos 5 impactos ambientais, dentre eles destaca-se a seguinte correlação quanto à severidade dos impactos: 20% dos impactos são de alta severidade, 0% de média severidade e 80% de baixa severidade, conforme ilustra o gráfico de severidade, na Figura 9.

Continuando a análise da matriz de Leopold do estudo em questão, o nível de frequência de ocorrência dos impactos teve as seguintes probabilidades: alta possibilidade de ocorrer totalizando 80%, média frequência de ocorrer de 20% e baixa frequência, 0%, conforme apresentado no gráfico de frequência, contido na Figura 9. A classificação do impacto tem o resultado obtido, e confirma a alta classificação, com 20%, quanto aos de média significância, teve-se os valores de 60% e 20%, relacionados à baixa significância, conforme ilustra o gráfico de classificação, contidos também na Figura 9.

Figura 10 – Gráficos de severidade, frequência e classificação



Fonte: Autoria Própria (2023)

Para avaliar de forma mais precisa todos os aspectos e impactos com relação ao seu grau de relevância, foi adotada uma escala de nível de risco que considera intervalos de 15 e 20 pontos percentuais, correspondente a aspectos e impactos. Essa escala, se fez essencial para a interpretação dos impactos causados pela fabricação de tijolos na empresa estudada.

Quadro 7 – Nível de Risco das variáveis

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: Boldrin e Cutrim (2014)

Após cruzamento de todos os aspectos e impactos, conforme ilustra o Quadro 8, pode-se observar a magnitude, de forma que para ter o resultado, há o somatório da linha de cada aspecto. A máxima magnitude possível, se dá através do somatório de todas as linhas, com o valor máximo atribuído de 5. A relevância se dá em porcentagem, e para calcular a mesma, conforme Boldrin e Cutrim (2014), divide a magnitude pela máxima magnitude possível e multiplica por 100. O nível de risco se dá pelo Quadro 7. O mesmo ocorre para os impactos, de forma a fazer todos os cálculos pelas colunas.

Quadro 8 – Quantificação dos aspectos e impactos

IMPACTOS ASPECTOS	Degradação do solo e a emissão de efluentes	Comprometimento da qualidade do ambiente e da paisagem local	Aquecimento global e às mudanças climáticas	Contaminação dos solos e lençóis freáticos	Poluição sonora.	Magnitude	Máxima magnitude possível	Relevância (%)	Nível de risco
Extração de matéria-prima	5	3	-	-	-	8	15	53%	Mediano
Geração de resíduos	2	2	-	3	-	7	15	47%	Mediano
Emissões atmosféricas	-	5	5	-	-	10	15	67%	Significativo
Geração de efluentes	5	2	-	5	-	12	15	80%	Significativo
Emissão de poeira, ruídos e vibrações	-	2	-	-	5	2	15	13%	Reduzido
Magnitude	12	14	5	8	5				
Máxima magnitude possível	25	25	25	25	25				
Relevância (%)	48%	56%	20%	32%	20%				
Nível de risco	Mediano	Mediano	Reduzido	Admissível	Reduzido				

Fonte: Adaptado de Boldrin e Cutrim (2014)

Ao consolidar todas as interações – linhas e colunas – registradas nas células da planilha e somá-la, torna-se possível identificar os impactos com as pontuações mais elevadas e maiores níveis de crítica. Subsequentemente, os dados totalizados são submetidos a um novo processo de soma para cada atividade no fluxo de trabalho. Observou-se então, que não há nenhuma máxima magnitude possível, e que os níveis de risco, estão dentre os medianos, conforme listados no Quadro 7.

Em relação a relevância, pode-se destacar que dentre os aspectos, o mais relevante é a geração de efluentes, seguido das emissões atmosféricas, extração da matéria-prima, geração de resíduos e a emissão de poeira, ruídos e vibrações. Já em relação aos impactos, tem-se o comprometimento da qualidade do ambiente e da paisagem ambiental como o mais relevante, seguido de degradação do solo e emissão de efluentes, contaminação dos solos e lençóis freáticos, aquecimento global e às mudanças climáticas e a poluição sonora.

Dentro dos impactos citados, ainda pode-se concluir que se tem o impacto no solo, que inclui erosão, alteração de propriedades, escassez, riscos geológicos, poluição e formação de

cavas por meio da escavação. Na água, ocorre o assoreamento, eutrofização, escassez deste recurso, poluição e contaminação. No ar, são destacadas a poluição atmosférica e as mudanças climáticas. Em relação às condições biológicas, são apontados a desertificação na flora e o impacto em várias espécies, enquanto na fauna ocorre o deslocamento de espécies e impacto em diversas espécies. Quanto às relações ecológicas, são mencionadas as alterações dos ecossistemas e a sua diminuição.

4.5 Propostas de Melhorias e Planejamento de Implantação

A empresa destacada no estudo de caso em questão, apresenta deficiências que são facilmente identificadas. Partindo desse pressuposto, foram listados os principais aspectos ambientais da empresa e analisados mediante a matriz de Leopold. Os mesmos, podem ser superados por meio da implantação de estratégias que envolvem o estabelecimento de procedimentos de trabalho, implantação de controles efetivos, reutilização de alguns compostos, uso de lixeiras para a coleta seletiva, certificação da ISO 14001, adoção do selo FSC, dentre outros. Essas causas fundamentais são responsáveis pelo problema principal que afeta a competitividade da empresa.

Com base nessas informações, foi possível aplicar a técnica 5W2H. No Quadro 8, foram listados os elementos necessários para responder às questões do 5W2H. Cada resposta a essas questões se transformou em um plano de ação específico para a empresa, oferecendo uma abordagem prática para lidar com os desafios identificados no negócio.

Prevê-se que tais melhorias conduzam para uma melhor abordagem da empresa para com alguns desafios, sanando-os e oferecendo uma melhor qualidade para com as questões ambientais. Dessa forma, pode-se determinar dentro do processo produtivo, uma mistura controlada para com a matéria-prima, assim como, o controle da adição de água, evitando desperdícios e controlando o consumo. A reutilização das cinzas, também é algo benéfico para a empresa, uma vez que a mesma serve como adubo para as plantas e gera a empresa vantagens de ter algo para ajudar na reutilização de áreas afetadas.

Levando em consideração que o forno Hoffmann tem uma boa produtividade, Carvalho, Abrahão e Gondim (2006) comentam que para avaliar o potencial de economia de combustível, são realizadas modificações nas taxas de fornecimento de combustível, de ar de combustão e de emissão de gases na chaminé. Ainda segundo os autores, ao efetuar cálculos de balanço de energia tanto para a configuração original quanto para a nova configuração, verifica-se que a quantidade de energia que não é mais introduzida no forno devido à redução no suprimento de

combustível é igual à quantidade de energia que deixa de ser expelida através da chaminé. Partindo disso, a empresa em questão, já utiliza boa parte desse tipo de forno, logo, o gasto para com a totalização do mesmo se dá pelas suas fabricações.

Melhores controles no processo, também se soma a essas melhorias, permitindo com que a empresa seja capaz de reduzir custo, como energia e água, além claro da quantidade de resíduos serem reduzidos. A adoção do selo FSC, também permite que a empresa consiga restaurar as áreas afetadas, garantindo que o uso das áreas afetadas, sejam controlados e também ecologicamente correto.

O uso das lixeiras, é uma forma de poder compartilhar não só as medidas de reutilização, mas também para conseguir fazer com que os resíduos do escritório – por exemplo – sejam reutilizados e passem pela coleta seletiva, tendo o gasto para com a compra dos recipientes. Além disso, as melhorias no ambiente de trabalho, garantem condições acessíveis para os funcionários, fazendo com que os mesmos tenham vantagens para com as funções estabelecidas.

Oliveira e Pinheiro (2010), afirmam que o sistema de gestão ambiental com base na norma ISO 14001 é amplamente adotado em todo o mundo como um dos principais modelos. Ele se configura como um conjunto de requisitos certificáveis que estabelece diretrizes para a gestão ambiental, requerendo uma série de procedimentos e iniciativas. É importante notar que a norma não prescreve especificamente como essas ações devem ser implementadas, mas, ao mesmo tempo, exige que a legislação ambiental seja rigorosamente seguida. Dentro desse contexto, se faz necessário a busca por consultorias para implementação do sistema de gestão ambiental, treinamentos, documentação necessária e pagamento de taxas junto ao órgão ambiental, para então obtenção da certificação, estabelecendo assim, um contrato. Nesse aspecto, empresas de pequeno porte, gastam em média o citado no plano de ação.

Quadro 9 – Plano de ação 5W2H

PROPOSTA DE MELHORIAS	5W					2H	
	O quê? (What)	Porque isso será feito? (Why)	Onde será feito? (Where)	Quem irá fazer? (Who)	Quando será feito? (When)	Como será feito? (How)	Quanto irá custar? (HowMuch)
Mistura controlada de matéria-prima	Adequar o controle da quantidade das argilas misturadas	Evitar desperdício e retrabalho	Durante o início do processo produtivo	Gerente de produção	Até dezembro de 2023	Medindo as quantidades necessárias	R\$ 0,00
Adição controlada de água	Elaborar plano de utilização de água	Para controlar o consumo	Setor de produção da empresa	Gerente de produção	Até janeiro de 2024	Análise detalhada do consumo, conseguindo identificar a quantidade necessária sem outras adições	R\$ 0,00
Reutilização das cinzas	Reutilizar as cinzas da queima dos tijolos	Para evitar o desperdício	Na empresa	Pelo gestor da empresa	Até novembro de 2023	Reutilizando as cinzas como adubo em plantas	R\$ 0,00
Forno 100% Hoffmann	Aderir ao forno Hoffmann de forma completa	Otimizar o processo de queima e economia de combustível	Na empresa, dentro do processo produtivo	Gerente de produção	Até julho de 2024	Adequando o forno para que seja totalmente Hoffmann	R\$ 15.000,00
Melhores controles no processo	Monitorar e homogeneizar a alimentação, mantendo uma regularidade	Permite a formação de um produto de melhor qualidade capaz de reduzir os custos com energia e água e além disso, reduzir a quantidade de resíduos	Setor de produção da empresa	Gerente de produção	Até dezembro de 2023	Planilha para controle do fluxo	R\$ 0,00

Adoção do selo FSC	Restauração e reabilitação de locais que foram impactados negativamente	Garantir que está sendo usado recursos controlados e obtidos através de um sistema ecologicamente correto	Nas áreas afetadas	Pelo gestor da empresa	Até dezembro de 2024	Restaurando as áreas afetadas	R\$ 0,00
Uso de lixeiras de coleta seletiva	Uso de lixeiras para serem acondicionados separadamente os demais resíduos gerados pela empresa	Para serem destinados a reciclagem corretamente	Na empresa, expondo para todos os funcionários	Pelo gestor da empresa	Até dezembro de 2023	Realizando a coleta seletiva internamente na empresa	R\$ 600,00
Melhoria no ambiente de trabalho	Disponibilização de EPis para os funcionários	Para melhores condições de trabalho	No processo produtivo da empresa	Gerente de produção	Até novembro de 2023	Disponibilizar luvas, fones e máscaras	R\$ 1.000,00
Conseguir uma certificação NBR ISO 14001	Estabelecer diretrizes para a gestão ambiental eficaz	Identificação de impactos ambientais, estabelecimento de metas e objetivos ambientais, e implementação de planos de ação para mitigar ou eliminar esses impactos	Na empresa	Pelo gestor da empresa	Até dezembro de 2024	Desenvolvendo um sistema de gestão ambiental, e realizando auditorias internas regulares para verificar se o sistema de gestão ambiental está em conformidade com os requisitos da ISO 14001	R\$ 10.000,00

Fonte: Autoria própria (2023)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Revisando a literatura sobre a área, fica claro o aumento dos impactos ambientais negativos ao longo da história da humanidade, é decorrente das grandes empresas de manufatura. Com a globalização e a expansão do mercado competitivo, as empresas estão revendo suas estratégias de negócios e adotando práticas sustentáveis para não ficarem em desvantagem.

Os processos produtivos das empresas são responsáveis por uma grande parcela da geração de resíduos, e este problema vem se agravando devido ao aumento da população, expansão econômica, rápida urbanização e mudança nos hábitos de consumo. De acordo com CUDJOE et al. (2021), estima-se que até o ano de 2050 serão produzidas aproximadamente quatro bilhões de toneladas de resíduos em todo o mundo.

Essa preocupação com os impactos ambientais, ambiental levou as empresas a perceberem a importância da implantação de práticas que consideram uma melhor gestão dos aspectos ambientais para a redução dos impactos ambientais associados. A finalidade desta pesquisa foi mapear os processos de produção da empresa em estudo com o intuito de identificar os elementos visando a identificação dos fatores ambientais adversos, bem como a análise das estratégias ambientais empregadas pela empresa. Com base nesses resultados, o estudo teve como propósito sugerir medidas que possam aprimorar a mitigação desses efeitos prejudiciais, elaborando um plano para a aplicação das recomendações propostas.

Para minimizar esses impactos ambientais, foi utilizado a matriz de Leopold para identificar os impactos mais significativos, ressaltando que todos os impactos causados são normais, com severidade alta no que diz respeito ao uso de combustíveis. Partindo desse pressuposto, através da ferramenta 5W2H, sugeriu-se a empresa, propostas de melhorias para minimizar esses impactos, explorando alternativas que utilizem fontes renováveis de matéria-prima, como argila ou outros materiais sustentáveis. Além disso, é importante ressaltar que pode haver a adoção de práticas de extração responsáveis, como a recuperação de áreas afetadas e a redução do uso de água e energia durante esse processo. Somando-se a isso, pode-se destacar também a busca pela certificação da ISO 14001, e adoção do selo FSC, trazendo mais benefícios a empresa nas questões ambientais.

Assim, pode-se afirmar que os principais propósitos da pesquisa foram atingidos, uma vez que a investigação dos procedimentos da empresa, com a identificação e análise dos impactos, permitiu a aplicação da matriz de Leopold, que por sua vez serviu como base para a utilização da ferramenta 5W2H na elaboração de propostas de aprimoramento. Mostrando que,

através de diversas práticas ambientais recomendadas a empresa, como por exemplo, a gestão adequada dos resíduos sólidos, o uso eficiente da água, o controle para com as emissões atmosféricas, a preservação da biodiversidade, dentre outros, há práticas ambientais importantes para com um diagnostico ambiental da empresa, desenvolvendo um plano de gestão ambiental específico, adaptado à realidade da empresa em questão, sendo esse uma proposta para futuros trabalhos na área.

Das dificuldades encontradas, o contato para com a empresa via *WhatsApp* foi o mais frequente, uma vez que a empresa não respondia e/ou não dispunha de informações necessárias para o prosseguimento da pesquisa.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ARAÚJO, Aracy; SILVA, Yasmin Twanne de Cássia Silva. Avaliação do ciclo de vida agrícola de cultivos orgânico, convencional e transgênico de milho: potenciais impactos ambientais. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente - RAMA. Rev Agro Amb**, v. 15, n. 4, e 9949, 2022.

ARAÚJO, C. N. R. Avaliação dos impactos ambientais decorrentes das atividades de extração mineral no município de Parauapebas, Pará - Brasil. **Revista Brasileira de Agricultura Familiar, Porto Alegre**, v. 14, n. 2, p. 1-19, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISO 14040/2009: Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura. Versão Corrigida: 21.07.2014. Rio de Janeiro, 2014. 22p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS. Norma Brasileira ABNT NBR ISO 14001. Sistemas da gestão ambiental - Requisitos com orientações para uso. São Paulo: ABNT, 2004. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Caderno de licenciamento ambiental. Brasília, DF: MMA, 2009. (Programa Nacional de Capacitação de Gestores Ambientais).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR ISO 14001 – Sistema de gestão ambiental: especificação e diretrizes para uso. Rio de Janeiro: ABNT. 14 p. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 15.527: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

BARBIERI, José C. Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos. **Editora Saraiva**, 2016. E-book. ISBN 9788547208226. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788547208226/>. Acesso em: 12 jun. 2023.

BATISTA, J. B.; MUNIZ, J.; JÚNIOR, E. D. B. **ANÁLISE DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO: ESTUDO EXPLORATÓRIO EM EMPRESAS BRASILEIRAS DO GRUPO TOYOTA**. ENEGEP, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_069_490_11828.pdf> Acesso em 6 de set 2023.

Barsano. Paulo Roberto; Barbosa, Rildo Pereira; Gestão Ambiental. Editora Saraiva, 2014.

BEZERRA, Maria do Carmo de Lima. 1996. **Planejamento e gestão ambiental: uma abordagem do ponto de vista dos instrumentos econômicos**. Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Brasília, junho de 1996.

BOLDRIN, Mirtes Tatiane Neisse; CUTRIM, Alterêdo Oliveira. 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.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 001/86, de 23 de Janeiro de 1986.

BRASIL. Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF, 1981.

Carpinetti, Luiz Cesar, R. e Mateus Cecílio Gerolamo. Gestão da Qualidade ISO 9001: 2015. Disponível em: Minha Biblioteca, Grupo GEN, 2016.

CARVALHO, M.; ABRAHÃO, R.; GONDIM, R. R. Medidas de economia para um forno Hoffman de uma indústria de cerâmica vermelha: estudo de caso. **Cerâmica Industrial**, v. 11, n. 1, p. 33-36, 2006.

Cavalcante, Leonardo Gondim; Leite, Adriana de Oliveira Souza. Aplicação da Matriz de Leopold como ferramenta de avaliação dos aspectos e impactos ambientais em uma fábrica de botijões. **Rev. Tecnol. Fortaleza**, v. 37, n. 1, p. 111-124, jun. 2016.

CHAVES, Tiago Fernando. UMA ANÁLISE DOS PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS VERIFICADOS NO ESTADO DE SANTA CATARINA. **R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 5, n. 2, p. 611-634, out.2016/mar. 2017.**

CNTL, Centro Nacional de Tecnologias Limpas. Disponível em: <<http://www.cntl.com.br/>>. Acesso em: 27 jun. 2023.

COELHO, J. M. Perfil de Argilas para Cerâmica Vermelha. Ministério de Minas e Energia - MME. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral – SGM, Brasília, 2009.

CONAMA. Resolução CONAMA no 001, de 23 de janeiro de 1986. Diário Oficial da União, Brasília, DF, sec. 1, p. 2548-2549, 17 fev. 1986.

COSTA, Marcos Antônio da; GUILHERME, Deize Daiane Pinto; FELIX, Luiz Felipe da Silva; GUILHERME, Ana Tália Pinto; BARBOSA, Arthur Antunes Cabral Dantas. **IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS E MEDIDAS ATENUANTES: ESTUDO PRELIMINAR - EMPRESA DE CERÂMICA VERMELHA EM ITAJÁ/RN.** XXIV Simpósio de Engenharia de Produção. 2017. Bauru, São Paulo, Brasil. 1-14.

COSTA, M. V.; CHAVES, P. S. V.; OLIVEIRA, F. C. **Uso das Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceará.** In: XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 28. 2005, , Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: INTERCON, 2005.

CUDJOE, Dan; ACQUAH, Patience Mensah. Environmental impact analysis of municipal solid waste incineration in African countries. *Chemosphere*, v. 265, p. 129186, 2021.

DIAS, Reinaldo. Gestão Ambiental - Responsabilidade Social e Sustentabilidade: Grupo GEN, 2017. E-book. ISBN 9788597011159. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597011159/>. Acesso em: 06 jun. 2023.

DONAIRE, Denis; OLIVEIRA, Edenis Cesar de. Gestão Ambiental na Empresa, 3ª edição. Grupo GEN, 2018. E-book. ISBN 9788597017168. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597017168/>. Acesso em: 06 jun. 2023.

FIERN. Guia Industrial. Mais RN digital, 2023. Disponível em: <https://www.fiern.org.br/servicos-para-empresas-sindicalizadas>>. Acesso em: 24 ago. 2023

FORNO HOFFMANN/CONTÍNUO. Ceraterm, 2019. Disponível em: <https://ceraterm.com.br/br/solucoes/forno-hoffmann-continuo>>. Acesso em: 22 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.faesp.com.br/index.php/Unificada/article/view/64>>. Acesso em: 07 set. 2023.

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

GRACIA, Márcia Graciela. **A IMPORTANCIA DA GESTÃO AMBIENTAL PARA AS INDÚSTRIAS SUCROALCOOLEIRAS BRASILEIRAS**. Monografia. Faculdade de Ceres-Facer. 2014.

GREEN DELTA. OpenLCA – the Life Cycle and Sustainability Modeling Suite. 2022. Disponível em: <https://www.openlca.org/openlca/>>. Acesso em: 27 de jun. 2023.

JABBOUR, Ana Beatriz Lopes de S.; JABBOUR, Charbel José C. Gestão ambiental nas organizações: fundamentos e tendências. Grupo GEN, 2013. E-book. ISBN 9788522477227. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522477227/>. Acesso em: 06 jun. 2023.

KEELER, Marian. BURKE, Bill. Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis. Porto Alegre: Bookman, 2010.

KING, M. F.; GUTBERLET, J. Contribution of cooperative sector recycling to greenhouse gas emissions reduction: A case study of Ribeirão Pires, Brazil. **Journal of Waste Management**, v. 33, p. 2771–2780, 2013.

LEOPOLD, L. B. A procedure for evaluating environmental impact. *Geological Survey Circular*, Washington, n. 645, p. 1-16, 1971.

MARION, J. C.; DIAS, R.; TRALDI, M. C. (2002), Monografia para os Cursos de Administração, Contabilidade e Economia, Atlas, São Paulo.

MELO, Ledyane Munique Rosa; MANRIQUE, Helena Novak; MACHADO, José Henrique Rodrigues; SILVA, Hamilton Afonso. Os impactos ambientais em decorrência da interferência negativa humana arraçoada pelo progresso econômico. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v.6, n.10, p.74935-74952, oct. 2020. ISSN 2525-8761.

MELO, Maria Eduarda Holanda Costa; GAMELEIRA, Christiane Mylena Tavares de Menezes. **ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA ATIVIDADE CERAMISTA NAS COMUNIDADES CIRCUNVIZINHAS DA REGIÃO DE APODI, NO RIO GRANDE DO NORTE**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal Rural do Semiárido. 2022.

NBR ISO 14044: Gestão Ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura. Brasil, 2009a. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT).

NIEHEUS, Letícia. **A ECOPOLÍTICA E O AGRONEGÓCIO: ANÁLISE LATINO-AMERICANA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA PRODUÇÃO DA AGROPECUÁRIA**. 2021. 133 p. Centro universitário de Curitiba.

OLIVEIRA, Otávio José de; PINHEIRO, Camila Roberta Muniz Serra. Implantação de sistemas de gestão ambiental ISO 14001: uma contribuição da área de gestão de pessoas. **Gestão & Produção**, v. 17, p. 51-61, 2010.

PENHA, André Henrique Nogueira; SILVA, Marcos Moura Silva. Descomplicando o planejamento estratégico: a implantação simplificada das ferramentas gerenciais em uma microempresa de serviços em São Luís-MA. *Revista Turismo & Cidades - São Luís* - v. 1, n. 1, p. 18-38, jan./jun. 2019.

Queimadas, situação atual. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2023. Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/situacao-atual/situacao_atual/>. Acesso em: 24, Ago. 2023.

ROSA, A. H.; FRACETO, L. F.; MOSCHINI-CARLOS, V. (Org.). Meio Ambiente e Sustentabilidade. Porto Alegre: Bookman, 2012.

SAN MARTIN, M. C.; SAN MARTIN, M. C.. CONDIÇÕES ATUAIS DAS EMISSÕES DOS POLUENTES ATMOSFÉRICOS DURANTE A QUARENTENA DA COVID-19 E AS PERSPECTIVAS FUTURAS. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, Boa Vista, v. 2, n. 5, p. 85–96, 2020. DOI: 10.5281/zenodo.3767111. Disponível em: <https://revista.ioles.com.br/boca/index.php/revista/article/view/130>. Acesso em: 24 ago. 2023.

SANCHÉZ, L. E. Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SEBRAE. Construção civil: veja as tendências cerâmicas para 2023. Disponível em <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/construcao-civil-veja-as-tendencias-ceramicas-para-2023,e9c50c8c450d5810VgnVCM1000001b00320aRCRD>> Acesso em: 15 jul 2023.

Silva, A., Souza, B., Santos, C., & Oliveira, D. (2020). Impacto dos efluentes industriais na qualidade da água: uma revisão bibliográfica. *Revista de Engenharia Ambiental*, 18(2), 147-159.

SILVA, Luiz Henrique Vieira da. **APLICAÇÃO E IMPACTOS DOS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM GRANDES EMPRESAS PRIVADAS DO SETOR INDUSTRIAL NO BRASIL**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade). Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Universidade de São Paulo. 2021.

SOUSA, José Raul de; SANTOS, Simone Cabral Marinho dos. Análise de conteúdo em pesquisa qualitativa: modo de pensar e de fazer. Pesquisa e Debate em Educação, Juiz de Fora: UFJF, v. 10, n. 2, p. 1396 - 1416, jul.-dez. 2020. ISSN 22379444. DOI: <https://doi.org/10.34019/22379444.2020.v10.31559>.

STEIN, Ronei T. Avaliação de impactos ambientais. Grupo A, 2018. E-book. ISBN 9788595023451. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595023451/>. Acesso em: 24 ago. 2023.

UNEP, Understanding Cleaner Production. Disponível em: <http://www.uneptie.org/pc/cp/understandingcp/home.htm>. Acesso em: 7 de set. 2023.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso-: Planejamento e métodos**. Bookman editora, 2015.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO SEMIESTRUTURADO

1. Qual é a composição dos materiais utilizados na produção de cerâmica?
2. Quais são as etapas do processo produtivo da empresa de cerâmica e quais são os potenciais impactos ambientais associados a cada uma delas?
3. Como a empresa lida com a gestão dos resíduos gerados ao longo do processo produtivo, como fragmentos de argila e outros? Existem práticas de reciclagem, reutilização ou tratamento desses resíduos?
4. Quais são as fontes de água utilizadas no processo produtivo da empresa? Existem medidas de conservação e reutilização de água implementadas? Quais são os impactos ambientais associados ao consumo de água pela empresa?
5. Como a empresa lida com a emissão de poluentes atmosféricos durante o processo de queima da cerâmica? Existem tecnologias ou práticas implementadas para minimizar essa emissão e seus impactos ambientais?
6. Quais são as medidas adotadas pela empresa para minimizar o consumo de energia elétrica ao longo do processo produtivo? Existem práticas de eficiência energética e utilização de fontes renováveis de energia?
7. A empresa realiza algum tipo de monitoramento dos aspectos e impactos ambientais associados ao seu processo produtivo? Se sim, qual é a frequência e como são realizadas essas avaliações?
8. Quais são as certificações ou práticas de sustentabilidade adotadas pela empresa no processo produtivo da cerâmica? Existem metas de redução de impactos ambientais estabelecidas?
9. Como a empresa se posiciona em relação à responsabilidade ambiental e social, além do processo produtivo? Existem iniciativas de apoio a comunidades locais ou programas de conservação ambiental implementados pela empresa.