

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO DEPARTAMENTO DE  
TECNOLOGIA RURAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

**SARAH CAMILA SILVA DE ABREU IZO**

**USO DA FERRAMENTA PRODUÇÃO MAIS LIMPA PARA MELHORIA DA  
EFICIÊNCIA DOS PROCESSOS NA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA:  
ESTUDO DE CASO**

**RECIFE  
2019**

SARAH CAMILA SILVA DE ABREU IZO

**USO DA FERRAMENTA PRODUÇÃO MAIS LIMPA PARA MELHORIA DA  
EFICIÊNCIA DOS PROCESSOS NA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA:  
ESTUDO DE CASO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia para a obtenção do título de Mestra em Engenharia Ambiental, na área de concentração: Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos.

**Orientador:** Prof. Dr. Romildo Morant de Holanda

RECIFE

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas

---

Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

162 Abreu Izo, Sarah Camila Silva de  
Uso da ferramenta produção mais limpa para melhoria da eficiência dos processos na indústria de cerâmica vermelha.: Estudo de caso / Sarah Camila Silva de Abreu Izo. - 2019.  
115 f. : il.

Orientador: Romildo Morant de Holanda.  
Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Recife, 2019.

1. Cerâmica vermelha. 2. Gestão ambiental. 3. Sustentabilidade. 4. Programa Setorial de qualidade.. I. Holanda, Romildo Morant de, orient. II. Título

CDD 620.8

---

SARAH CAMILA SILVA DE ABREU IZO

**USO DA FERRAMENTA PRODUÇÃO MAIS LIMPA PARA MELHORIA DA  
EFICIÊNCIA DOS PROCESSOS NA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA:  
ESTUDO DE CASO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental para a obtenção do título de Mestra em Engenharia Ambiental, na área de concentração: Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos.

Recife/PE, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Romildo Morant de Holanda  
Orientador (UFRPE)

---

Prof. Dr. Alex Souza Moraes  
Examinador Interno (PPEAMB/UFRPE)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Fernanda Wanderley Corrêa de Araújo

Examinador Externo (DTR/UFRPE)

Dedico este trabalho a Deus, o que seria de mim sem a fé que eu tenho nele. Aos meus pais Claudio e Silvana por todo ensinamento transmitido com tanto amor. Ao meu esposo e super companheiro por todo amor e paciência prestados durante esse período. Às minhas irmãs Claudia, Priscila (Priu), Beatriz (Bia) e Thayla (Tatá) pela amizade e apoio constante. Às minhas avós Sarah Abreu e Rita Silva pelo carinho e atenção durante todos esses

anos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Deus, por me dar direito à vida, me trazer até aqui, por me guiar, iluminar e me dar tranquilidade para seguir em frente com os meus objetivos e não desanimar com as dificuldades.

Agradeço aos meus pais, Claudio e Silvana, que sempre me ensinaram a acreditar nos estudos e que me apoiam a seguir meus sonhos. Por toda demonstração de amor, por fazerem o impossível acontecer em prol da felicidade das filhas. Por mostrarem que com a verdade, a união e a luta podemos conquistar nossos objetivos.

Agradeço a meu esposo, Luiz Izo, pela compreensão, apoio e motivação para que eu pudesse vencer esse desafio. Por te ficado aqui em Recife por minha causa e esperado mais essa etapa acabar ao meu lado. Pelas palavras de apoio e por todos os tipos de incentivos que pode me proporcionar. GRATIDÃO! Deus com toda certeza faz moradia na nossa mais nova família. Obrigada por ter feito do meu sonho o nosso sonho.

Às minhas irmãs, Cláudia, Priscila, Beatriz e Thayla, que entendem e sempre me apoiam nos sonhos e na união da família em todos os momentos, se doando quando preciso. Em especial a minha irmã Priscila pela paciência de ter lido meu projeto, apresentação e participar com contribuições importantes.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo apoio financeiro recebido por meio da bolsa de estudos referente ao período de pesquisa.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, minha gratidão por terem aberto as portas para a realização do meu objetivo em ser pesquisadora e deixar um pedacinho meu na ciência, com tantos profissionais renomados e essenciais para o meu processo.

Agradeço à equipe do Laboratório do CITAR, da UFRPE, liderado pelo meu orientador, Dr. Romildo Morant de Holanda, por ter cedido o espaço para conhecimento, através do laboratório e das publicações. Os pesquisadores envolvidos direta e indiretamente no meu projeto, minha gratidão.

Meus agradecimentos à empresa, localizada na Zona da Mata/PE, na qual aconteceu a pesquisa, por ter aberto as portas para que os estudos acontecessem de maneira íntegra e respeitosa.

Agradeço ao SENAI-PE e à sua equipe, pela atenção disponibilizada das informações em seus laboratórios, que ajudou no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço imensamente ao Professor Dr. Romildo Morant de Holanda, meu orientador, pela boa vontade, incentivo e competência em conduzir a orientação desta pesquisa. Por ter acreditado na conclusão do trabalho e por ter comprado esta ideia desde o começo do mestrado. Fica em mim, o orgulho enorme de tê-lo como orientador e a expectativa de poder encontrá-lo muitas outras vezes pela vida.

Aos membros da banca examinadora, Professor Dr. Alex Souza Moraes e Professora Dr<sup>a</sup>. Fernanda Wanderley Corrêa de Araújo, fico grata pela participação e sensibilidade nas contribuições que foram inestimáveis para o meu processo final.

Às amigas e pesquisadoras Maria Carolina e Symone Paixão pela paciência, força e por acreditarem em minha formação como mestra. Pelas contribuições no avanço da pesquisa e pelo ombro amigo durante os momentos difíceis dentro dos estudos.

Agradeço à família, sempre presente, torcendo em todos os momentos. Em especial à minha vózinha Sarah Abreu (minha xará), grande amiga que sempre me deu forças para seguir meus sonhos e por nossas longas conversas e como resultado os excelentes conselhos.

À melhor turma que poderia existir de mestrado, meus agradecimentos pelo companheirismo, amizade, boas conversas e apoio nesse período.

Por fim, a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta dissertação, o meu sincero agradecimento.

Que Deus retribua tudo em dobro na vida de todos.

“Não é sobre chegar no topo do mundo e saber que venceu  
É sobre escalar e sentir que o caminho te fortaleceu”

— Ana Vilela

## RESUMO

O setor industrial da cerâmica vermelha tem relevância econômica mundial para a cadeia produtiva da construção civil. Frente ao desenvolvimento industrial, que de modo paralelo desencadeou mudanças ambientais globais, necessitou-se de uma estratégia para acompanhamento dos recursos utilizados. Bem como, o monitoramento dos impactos ambientais advindos dos processos produtivos, com vistas à proteção ambiental. Desse modo, surge a ferramenta Produção Mais Limpa (P+L) com base no conceito da sustentabilidade, que abrange o âmbito econômico, social e ambiental. Tendo em vista que a indústria da cerâmica vermelha é uma atividade potencialmente poluidora, a presente pesquisa objetivou propor a melhoria da eficiência dos processos produtivos com base na ferramenta de Produção Mais Limpa (P+L). Isso foi viabilizado por meio de um estudo de caso desenvolvido em uma indústria situada no estado de Pernambuco. O recorte do estudo tomou como base as empresas certificadas que constam no relatório trimestral do Programa Setorial de Qualidade, de modo a ser uma empresa que tenha seu foco na redução de perdas e otimização de processos. Dentro desse recorte, a escolha foi realizada mediante o interesse no objeto de estudo pelos líderes da indústria em conhecer os parâmetros da P+L. Os instrumentos de pesquisa utilizados para coleta de dados primários consistiram na realização de visitas técnicas, registros fotográficos, análise documental e entrevistas informais com gestores e colaboradores. A partir disso, analisou-se por meio do manual de implementação da Produção mais Limpa da Central Nacional de Tecnologia Limpa as barreiras, comparações e possibilidades da implementação da metodologia dentro da cerâmica vermelha do estudo de caso. De posse desse conteúdo elaborou-se um manual específico da implementação da produção mais limpa na indústria da cerâmica vermelha no estado de Pernambuco. Esse manual possibilita aos gestores o emprego da ferramenta de P+L considerando as particularidades locais do setor. Os resultados encontrados constataam que apesar de em alguns parâmetros a indústria da pesquisa não serem conclusivos a empresa encontra-se apta a fazer parte do programa P+L.

**Palavras-chave:** cerâmica vermelha; gestão ambiental; sustentabilidade; programa setorial de qualidade.

## ABSTRACT

The industrial sector of red ceramics is of global economic importance for a construction chain. In the face of industrial development, which in parallel triggers global global change, a strategy to monitor the resources used is needed. As well as monitoring of environmental impacts advances on production processes, with a view to environmental protection. Therefore, increase the Cleaner Production (P + L) tool based on the concept of sustainability, which covers the economic, social and environmental reach. Given that the red ceramic industry is a potentially polluting activity, the present research aimed to improve the efficiency of production processes based on the Cleaner Production (P + L) tool. This was made possible through a case study developed in an industry located in the state of Pernambuco. Cut from the study conducted as a base as certified companies that are included in the quarterly report of the Sector Quality Program, in order to be a company that has its focus on reduction reduction and process optimization. Within this cut-out, an option was made using industry leaders' interest in the object of study to know the P + L parameters. The research instruments used for primary data collection consisted of technical visits, photographic records, document analysis. and information interviews with managers and employees. From this, analyze through the Cleaner Production implementation manual of the National Clean Technology Center as barriers, comparisons and possibilities of implementation of the methodology within the red ceramic of the case study. Possession of this content has produced a specific manual for the implementation of cleaner production in the red ceramic industry in the state of Pernamubco. This manual allows managers to use the P + L tool, considering the local particularities of the sector. The results show that, although some parameters in the research industry are not completed, the company is able to be part of the P+L program.

**Keyword:** red pottery; environmental management; sustainability; Sector Quality Program.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de estudo.....	19
Figura 2 - Localização dos municípios que possuem indústrias de cerâmica vermelha certificadas no PSQ.....	21
Figura 3 - Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado de Pernambuco.....	28
Figura 4 - Fluxograma do processo produtivo de blocos cerâmicos na empresa do estudo de caso.....	49
Figura 5 - Fluxograma do processo produtivo de blocos cerâmicos na empresa do estudo de caso.....	50
Figura 6 - Fluxograma dos principais impactos ambientais gerados pelo processo produtivo.....	51
Figura 7 - Baias de separação de resíduos sólidos na cerâmica vermelha em estudo.....	64
Figura 8 - Armazenamento dos resíduos de blocos cerâmicos da empresa do estudo de caso.....	66

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Subcategorias das barreiras encontradas na empresa em estudo (2019).....	42
Quadro 2 - Diagnóstico ambiental e de processo - empresa em estudo.....	44
Quadro 3 - Modelo da situação ambiental e quantitativa de entrada e saída da empresa do estudo de caso.....	70

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANICER	Associação Nacional das indústrias de Cerâmica Vermelha
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FIEMG	Federação das Indústrias do estado de Minas Gerais
JUCEPE	Junta Comercial de Pernambuco
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
PGRS	Programa de gerenciamento de Resíduos Sólidos
PGRSI	Programa de gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais
PIB	Produto Interno Bruto
PNMA	Política nacional de Meio Ambiente
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PSQ	Programa Setorial de Qualidade
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SINDICER/PE	Sindicato da Indústria de Cerâmica Vermelha para Construção no Estado de Pernambuco

UFRPE Universidade Federal Rural de Pernambuco

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I</b>	<b>14</b>
<b>1 14</b>	
<b>1.1 INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
<b>1.2 16</b>	
<b>1.3 16</b>	
<b>1.4 17</b>	
1.1.1 17	
1.1.2 17	
<b>1.5 17</b>	
1.5.1 18	
1.5.2 19	
1.5.3 20	
1.5.4 20	
1.5.5 21	
1.5.5.1 Comprometimento geral, formação do Ecotime, estudo da abrangência do programa e identificação de barreiras	22
1.5.5.2 Elaboração dos fluxogramas do processo, diagnóstico ambiental e de processos, seleção do foco da avaliação, balanço de material e indicadores, identificação das causas geradoras de resíduos e opções da produção mais limpa	22
1.5.3 Avaliação técnica, econômica e ambiental e seleção das oportunidades viáveis	23
1.5.4 Manual de implementação e monitoramento e plano de continuidade	23
1.5.5 Manual de implementação da produção mais limpa na indústria da cerâmica vermelha	24
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>25</b>

<b>2 25</b>	
2.1 25	
2.2 29	
2.2.1 Gestão Ambiental	29
2.2.2 ISO 14001 e produção mais limpa	30
<b>2.3 31</b>	
2.3.1 31	
2.3.2 33	
2.3.3 34	
2.3.4 38	
<b>2.4 PSQ- PROGRAMA SETORIAL DE QUALIDADE</b>	<b>39</b>
<b>CAPITULO III</b>	<b>42</b>
<b>3 42</b>	
<b>3.1 COMPROMETIMENTO GERAL</b>	<b>42</b>
<b>3.2 ECOTIME</b>	<b>42</b>
<b>3.3 46</b>	
<b>3.4 ESTUDO DA ABRANGÊNCIA</b>	<b>46</b>
<b>3.5 ANÁLISE DOS PROCESSOS PRODUTIVOS E FLUXO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS</b>	<b>48</b>
3.5.1 Extração, transporte e estocagem	52
3.5.2 Mistura e sazonalimento	53
3.5.3 Preparação da massa para o bloco cerâmico	54
3.5.4	Moldagem
55	
3.5.5 Tratamento	térmico
57	

3.5.6 Expedição  
59

**3.6 REALIZAÇÃO DO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E DE PROCESSOS 61**

3.6.1 Armazenamento/acondicionamento: óleo lubrificante e resíduos 61

3.6.2 Armazenamento/acondicionamento: resíduos sólidos (recicláveis e reutilizáveis

63

3.6.3 Armazenamento/acondicionamento: cinzas

65

3.6.4 Armazenamento/acondicionamento: chamote 65

3.6.5 Armazenamento/acondicionamento: lenha 66

**3.7 SELEÇÃO DO FOCO DA AVALIAÇÃO**

67

**3.8 BALANÇO DE MATERIAIS E INDICADORES 68**

**3.9 CAUSA DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS 71**

**3.10 IDENTIFICAÇÃO DAS OPÇÕES 72**

**3.11 61**

3.11.1 73

3.11.2 Erro! Indicador não definido.

3.11.3 74 3.12 72

**3.13 PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO E MONITORAMENTO 76**

**3.14 PLANO DE CONTINUIDADE 77**

**3.15 MANUAL DE IMPLEMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA INDÚSTRIA DA CERÂMICA VERMELHA 78**

**CAPITULO IV 80**

**4 80**

Erro! Indicador não definido.

**APÊNDICES**

**APÊNDICE A – MANUAL DE IMPLEMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA  
NA INDÚSTRIA DA CERÂMICA VERMELHA** 92

**ANEXOS**

**ANEXO A – DECLARAÇÃO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO MAIS**

**LIMPA** 115

## CAPÍTULO I

### 1 MATERIAS E MÉTODOS

#### 1.1 INTRODUÇÃO

A cerâmica vermelha, também conhecida por cerâmica estrutural, integra o setor dos minerais não metálicos, fazendo parte do conjunto de cadeias produtivas que compõem o Complexo da Construção Civil. No Brasil, os principais produtos da cerâmica vermelha são: blocos, tijolos, telhas, elementos vazados, lajes, lajotas, ladrilhos vermelhos, tubos, agregados leves, além de produtos para outros fins como argilas piro expandidas, objetos ornamentais e utensílios domésticos (MME, 2018).

Um dos setores industriais mais antigos da sociedade, a indústria da cerâmica vermelha com diferentes métodos de produtividade e ação de mão de obra, é também caracterizado um dos mais importantes setores da economia mundial (SINDICER 2015).

Dentro do panorama histórico da cerâmica vermelha, relata Fernandes (2019) que a cerâmica vermelha surgiu com o aparecimento das primeiras civilizações entre 9000 e 7000 a.C., as técnicas de construção evoluíram, e pedra, adobe, madeira até as construções com tijolo de barro. A alvenaria de tijolo de barro é, efetivamente, uma das construções mais duráveis técnicas já inventadas pelo homem, utilizado desde o tempo das primeiras aldeias e cidades. Construído pelo homem a aplicação de alvenaria vem crescendo e evoluindo para novos usos em todo o mundo civilizado.

Segundo a *Machinery Economic Studies* (2015) o Brasil está entre os principais produtores do setor no mundo. Nos seus estudos possuem características, com os dados em relação a produção, consumo, exportação e importação. Ressaltam que o país se mantendo no *ranking* mundial como segundo maior produtor, como segundo maior consumidor e sétimo exportador de produtos cerâmicos. Assim, possuindo uma indústria bem consolidada no país. A maior parte da cerâmica vermelha é produzida por empresas de pequeno e médio porte (SEBRAE, 2015).

Segundo ALENCAR-LINARD et al., (2015), os impactos negativos causados pelas indústrias de cerâmica vermelha nacional abrangem à degradação do solo, mudanças de paisagem, contaminação do ar, poluição sonora e o desmatamento. E

nos problemas de gestão são diagnosticados desqualificação dos recursos humanos e a falta de padronização do processo de produção AMORIM ET AL. (2017). No Brasil, tal setor apresenta uma grande dificuldade de obtenção de dados estatísticos e indicadores de desempenho, causando, assim, uma deficiência para acompanhar o seu crescimento e melhorar sua competitividade (SANTOS JR et al.,2017).

As indústrias, em geral, estão a procura de ações e medidas que desenvolvam a minimização dos impactos ambientais e na maximização dos lucros por meio de uma administração correta de seus meios de produção (VARANDAS, SALERMOS, CAUCHICK MIGUEL, 2014).

Considerando não apenas os impactos ambientais provocados por seus processos industriais, mas as consequências provocadas ao longo de todo o ciclo de vida de seus processos e produtos, surge com essa perspectiva, a estratégia da Produção Mais Limpa (P+L) que vem ganhando espaço no âmbito industrial em razão do seu compromisso no combate à poluição (SILVA, FRITSCH, SILVA, 2019).

Seguindo esta tendência, a P+L é de acordo com UNEP (2002) “aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada a processos, produtos e serviços para aumentar a eficiência global e reduzir riscos para os seres humanos e o meio ambiente”. A P+L aplicada a todas as dificuldades do setor da indústria de cerâmica vermelha, utilizando desde o processo ao produto final melhorando a eficiência global (MACIEL; FREITAS, 2013).

A Produção Mais Limpa está fundamentalmente preocupada com as operações, a sustentabilidade ambiental e redução, reutilização e reciclagem dos resíduos ao nível da empresa, conseqüentemente traçando a importância econômica para as empresas. A ferramenta P + L pode levar ao desenvolvimento sustentável (KHALILI et al., 2015).

Conforme apontam Kuasoski, Doliveira e Silva (2015): “Há necessidade de equilibrar o tripé da sustentabilidade no segmento de cerâmica vermelha, pois, muitas vezes, é dada ênfase ao pilar econômico, deixando em segundo plano os pilares ambiental e social, este segmento deve refletir sobre a sua continuidade futura no mercado”.

Deste modo, o objetivo principal desta pesquisa vem em identificar, por meio de um estudo de caso, os benefícios ambientais, tecnológicos e econômicos possíveis com a utilização dos procedimentos da P+L na cadeia de produção situada em uma indústria de cerâmica vermelha no estado de Pernambuco

## **1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO**

Este trabalho compõe-se de quatro capítulos. O Capítulo 1 contém a introdução, justificativa, objetivos, os métodos utilizados para a realização da pesquisa.

O Capítulo 2 refere-se a revisão bibliográfica com conceitos teóricos que embasam o despertar das dificuldades do setor da cerâmica vermelha, com detalhamento dos conceitos sobre Produção Mais Limpa. O Capítulo 3 apresenta os resultados e discursões. O Capítulo 4 refere-se as conclusões do estudo.

## **1.3 JUSTIFICATIVA**

Os principais impactos negativos causados pelas indústrias de cerâmica vermelha, que podemos destacar são: mudanças na paisagem, contaminação das águas e solo, degradação do solo, poluição sonora e do ar (LINARD, KHAN E LIMA, 2015). O que corrobora com os estudos de Morais et. al (2015), onde a indústria de cerâmica vermelha gera em seu processo grande quantidade de resíduos, e se descartado de forma inadequada, podem ocasionar impactos ambientais danosos.

A indústria ainda possui grandes entraves, como os processos produtivos ultrapassados, a pouca inovação tecnológica, métodos e sistemas defasados. Por serem consideradas empresas de pequeno e médio, em sua maioria, está desatualizada, tendo defasagem na gestão, controle e melhoria o que reflete em grandes problemas como grandes desperdício e pouca capacidade de reutilizar os resíduos dentro dos processos (BRAGA, SANTOS e SALES, 2016) Neste sentido a ferramenta Produção mais Limpa pode atuar controlando ou reduzindo as emissões e resíduos através de mudanças dentro do processo produtivo, visam principalmente a redução do uso de matérias-primas. Dentro das atividades da organização, a ferramenta proporciona benefícios econômicos, sociais e ambientais. (BHUPENDRA e SANGLE, 2016).

## **1.4 OBJETIVO**

### *1.4.1 Objetivo Geral*

O objetivo desse trabalho é propor a otimização de processos em uma empresa do setor da indústria de cerâmica vermelha, visando à proposição de rotina oriunda de um modelo de produção mais limpa com o intuito de vantagens econômicas e ambientais.

### *1.4.2 Objetivos Específicos*

- Identificar os possíveis benefícios, bem como as barreiras para implantação e a abrangência do programa produção mais limpa para a indústria estudo de caso;
- Analisar o fluxo da produção nos pontos de utilização de insumos (inputs) e resíduos (outputs) da indústria estudo de caso;
- Propor um plano de P+L para a indústria de cerâmica vermelha.

## **1.5 METODOLOGIA**

A presente pesquisa possui natureza aplicada, que conforme Gil (2017) tem a finalidade de gerar conhecimento acerca das soluções para uma dada problemática. Ainda de acordo com o autor, a abordagem possui caráter qualitativo, pois é estruturada na observação, análise documental e descrição dos dados primários para obtenção de resultados. Além disso, permite o estudo participativo no qual há interação entre o pesquisador e o campo pesquisado, gerando uma teia de significados (GONZÁLEZ REY, 2005).

Num estudo qualitativo o pesquisador poderá reunir métodos múltiplos, de forma a garantir a compreensão profunda do objeto ou fenômeno em estudo (CHUEK; LIMA, 2012). Devido à multiplicidade epistemológica de tal abordagem, a estruturação da metodologia consistiu nas seguintes etapas consecutivas: área de estudo; revisão bibliográfica; estudos exploratórios; definição do estudo de caso;

instrumentos de pesquisa e coleta de dados, e por fim propor um manual de P+L para a indústria de cerâmica vermelha.

A estrutura do manual seguiu os princípios adotados pelo Manual da Central Nacional de Tecnologia Limpa, que norteiam a elaboração e implementação de técnicas de Produção + Limpa no setor industrial (CNTL, 2003).

### *1.5.1 Área de Estudo*

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) relata que Pernambuco tem mesorregiões cuja são classificadas como o Agreste Pernambucano, Mata Pernambucana, Metropolitana de Recife, São Francisco de Pernambuco e Sertão Pernambucano.

Segundo Melo (2015), a região de desenvolvimento (RD) da mata Norte de Pernambuco é formada por 19 municípios, são eles: Aliança; Buenos Aires; Camutanga; Carpina; Chã de Alegria; Condado; Ferreiros; Glória do Goitá; Goiana; Itambé; Itaquitinga; Lagoa do Carro; Lagoa de Itaenga; Macaparana; Nazaré da Mata; Paudalho; Timbaúba; Tracunhaém e Vicência. Sua área total é de 3.242.940 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 3,30% da área territorial do Estado de Pernambuco.

Sendo assim, a área de estudo escolhida foi a Zona da Mata Norte de Pernambucano. Por possui uma concentração significativa de indústrias cerâmicas vermelhas, normalmente as empresas nessa região são do tipo pequeno, médio e grande porte ou caracterização familiar. (SILVA e BARROS, 2014).

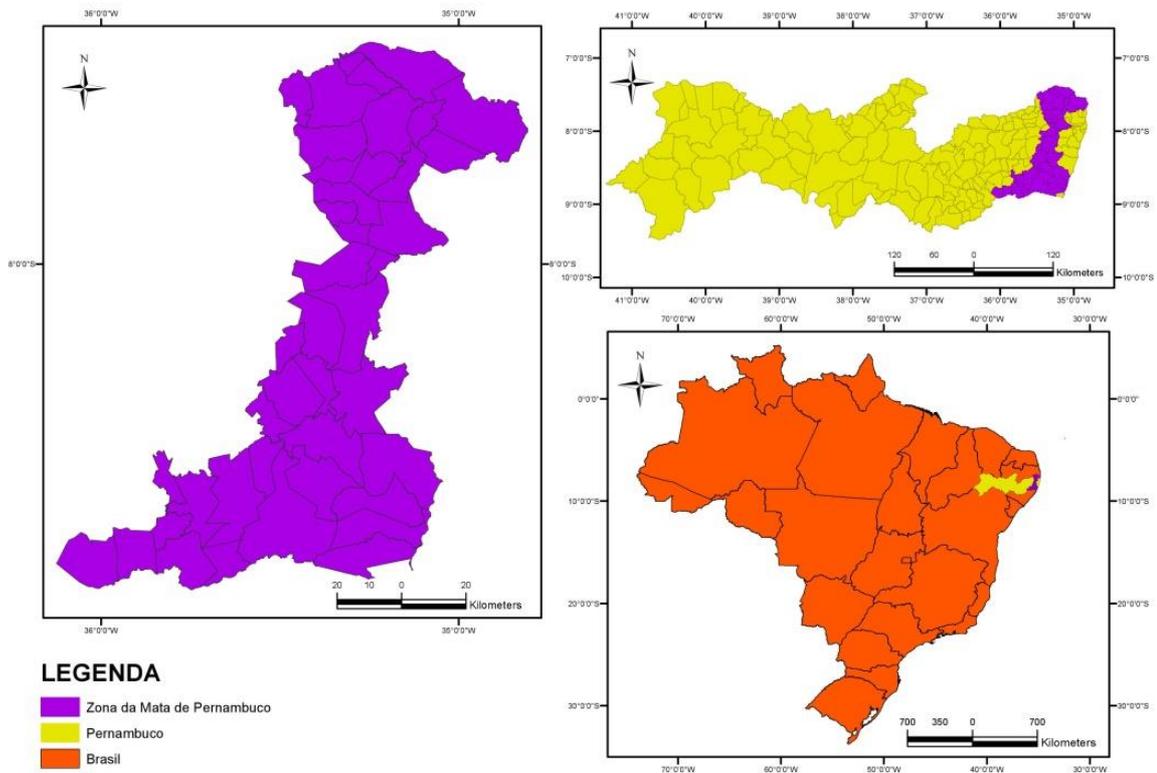


Figura 1 - Mapa da área de estudo

Fonte: grupo de pesquisa CITAR (2018)

### 1.5.2 Revisão Bibliográfica

Visando a fundamentação teórica acerca da temática abordada, esta etapa foi realizada por meio de consulta às referências de uma base teórica já analisada cientificamente, e publicada em meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, e páginas da web.

Inicialmente foram utilizadas as seguintes palavras-chave: clean production, P+L, brick industry, ecotime, manufacturing, clean technology, environmental management, sustainable development em bases internacionais de pesquisa, a fim de estabelecer um panorama mundial da temática. Posteriormente, atrelou-se a esses termos, traduzidos para língua portuguesa, as palavras-chave: Brasil, Nordeste, Pernambuco, pólo ceramista, Indústria da Cerâmica Vermelha; gestão ambiental, ISO 14001, estudo de caso, metodologia produção mais limpa, desenvolvimento sustentável, PSQ, para conhecimento do *status quo* local.

### *1.5.3 Estudos Exploratórios*

Esta etapa foi empregada com objetivo de proporcionar aproximação entre o pesquisador e a problemática do campo pesquisado (GIL, 2019). Para isso, foi empregada uma pesquisa documental visando obtenção de dados secundários do segmento, em organizações e associações penitentes ao setor industrial da cerâmica vermelha em nível nacional e local.

Os órgãos consultados foram; a Associação Nacional da Indústria Cerâmica (ANICER); Associação Brasileira de Cerâmica (ABCERAM); Centro das Indústrias do Estado de Pernambuco (CIEPE); Sindicato da Indústria de Cerâmica para a Construção no Estado de Pernambuco (SINDICER); Junta Comercial de Pernambuco (JUCEPE); Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI); e o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE).

Nesse mesmo contexto, realizou-se entrevistas aos gestores e consultores técnicos por meio de diálogo informal (Gil, 2017) guiadas por uma relação de pontos de interesse, que incluíram em magnitude traçar o perfil social, econômico e ambiental desse segmento industrial. Bem como, a repercussão e resultados de Programa Setoriais tais como, o PSQ- Programa Setorial da Qualidade, licenças ambientais, ferramentas de gestão e de qualidade.

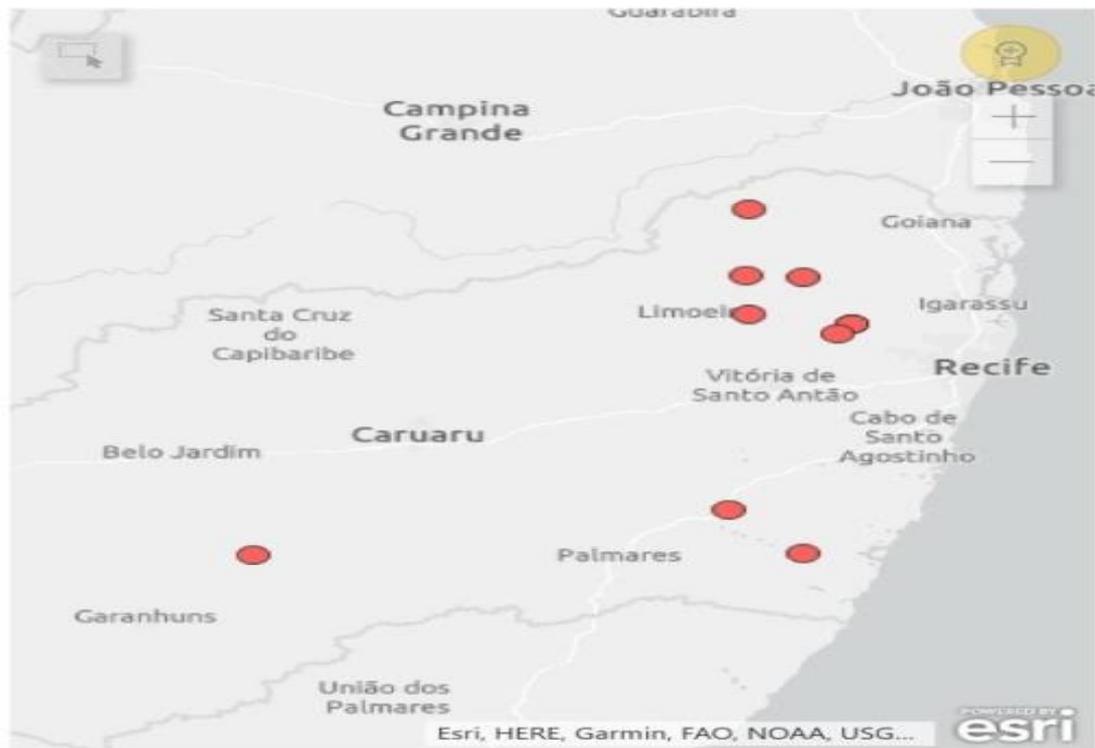
### *1.5.4 Definição do Estudo de Caso*

A partir da realização de estudos exploratórios e com base na disponibilidade de recursos, foi possível definir que um estudo de caso para o estado de Pernambuco como o método mais viável para realização da presente pesquisa. De acordo com Yin (2015), esse método trata da investigação de um fenômeno contemporâneo, denominado “case”, em seu contexto no mundo real por meio de evidências claras. Sendo assim, Gil (2019) define que estudo de caso consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento.

O recorte para o estudo de caso foi referente às empresas certificadas pelo PSQ em Pernambuco (Figura 2), de acordo com as informações obtidas com o relatório trimestral N°003 do Programa (ANICER, 2018). Tal escolha se deu pelo fato

de recebem fomento à Qualidade, a fim de se tornarem referência na redução de perdas ao longo dos processos produtivos, como foco para sistematização da produção e aumento da produtividade (ANICER, 2018).

Figura 2 - Localização dos municípios que possuem indústrias de cerâmica vermelha certificadas no PSQ.



Fonte: Grupo de Pesquisa CITAR (2018).

Portanto, em virtude da disponibilidade de uma dessas empresas em disponibilizar recursos humanos para o fornecimento de dados e realização de visitas técnicas, foi escolhida uma indústria X situada na zona da mata norte de Pernambuco.

#### 1.5.5 Instrumentos de Pesquisa e Coleta de Dados

O emprego dos instrumentos de pesquisa para coleta de dados primários na indústria em estudo se deu a partir de visitas técnicas. A realização dessas visitas constitui a etapa inicial do escopo de implementação de técnicas de Produção Mais Limpa (CNTL, 2003). Durante as visitas técnicas, ocorridas entre os meses de agosto de 2018 e maio de 2019, realizou-se a observação dos processos produtivos,

os registros fotográficos, a análise documental e as entrevistas informais com gestores e colaboradores.

Segundo Costa e Araújo (2012), a visita técnica é permanentemente um recurso didático-metodológico essencial, sendo que a partir dela é que se torna possível aprofundar o conhecimento acerca do objeto em estudo. Os autores ainda destacam três etapas de suma importância que são: planejamento e organização do estudo; execução do trabalho de campo e a avaliação dos procedimentos, sendo assim a apresentação dos resultados a comunidade acadêmica.

Para Monezi (2005), a visita técnica tem como benefícios relações de conteúdos teóricos e práticos, habilidade de crítica e análise interação com contextos técnicos e produtivos e de aprofundar os conhecimentos a pesquisa científica e de campo.

#### *1.5.5.1 Etapa 1: Comprometimento gerencial, formação do ecotime, estudo da abrangência do programa e identificação de barreiras*

Posteriormente, para identificação das barreiras e do status do comprometimento geral da empresa com as questões de P+L, bem como elaboração do estudo para abrangência do programa de P+L, foi utilizado um questionário estruturado aplicado ao gestor geral da indústria. O questionário é um instrumento de pesquisa que consiste num conjunto pré-determinado de perguntas criadas para coletar dados dos respondentes, de modo a medir a características dos indivíduos, empresas, eventos e outros fenômenos (HAIR JR, 2005).

Utilizou-se o questionário fechado e estruturado, conforme Zamberlan et al. (2014) contendo perguntas estruturadas que especificam o conjunto de respostas alternativas e o formato da resposta. Foi adotado o formato de múltiplas escolhas, no qual ao realizar uma pergunta, o participante seleciona a resposta de uma lista de respostas ou categorias pré-determinadas (COLLIS; HUSSEY, 2005).

#### *1.5.5.2 Etapa 2: Elaboração dos fluxogramas do processo, diagnóstico ambiental e de processo, e seleção do foco da avaliação e; Etapa 3: Balanço de material e indicadores, identificação das causas da geração de resíduos e identificação das opções de produção mais limpa*

A etapa seguinte consistiu na elaboração de um fluxograma dos processos produtivos da indústria em estudo. Utilizou-se a técnica de mapeamento de

processos produtivos por meio de sistemografia (KINTSCHNER; FILHO, 2015), via software online Lucichart.

Para as etapas seguintes do escopo, que tratam do foco da seleção da avaliação, do diagnóstico ambiental, da identificação das causas das gerações de resíduos e da identificação das opções de produção mais limpa; empregou-se além de um questionário, a ferramenta de check list.

Os autores Varandas Jr., Salermo e Cauchick Miguel (2014) utilizaram no estudo a ferramenta de verificação que consiste na maneira de se realizar a tarefa, e eficácia, de cada área funcional da empresa, avaliada através de quesitos correspondentes que deverão ser classificados individualmente. Ainda segundo os autores, quanto à existência da ferramenta de check list na melhoria e confiabilidade dos dados, e na melhoria do desempenho ambiental, a ferramenta auxilia na identificação do posicionamento ambiental da empresa e na implantação de medidas direcionadas ao Desenvolvimento Sustentável.

Em Piechnicki (2014) “o fluxograma nos processos é de extrema importância para a otimização do trabalho e permite estabelecer o procedimento decisório mais eficaz sobre o desenvolvimento de um sistema ou na solução de problema”.

#### *1.5.5.3 Etapa 4: Avaliação técnica, econômica e seleção das oportunidades viáveis.*

A avaliação técnica, econômica e ambiental foi realizada através da ferramenta check list e análises documentais.

Para a seleção de oportunidades foi necessária a elaboração de uma interação dos dados da avaliação, técnica, econômica e ambiental. Esta seguiu a proposta do manual da CNTL (2003), que permite a identificação desse aspecto.

Segundo U. Flick (2009), a análise documental é um procedimento que se utiliza de métodos e técnicas para a apreensão, compreensão e análise de documentos dos mais variados tipos. Kripka, Scheller e Bonotto (2015) corroboram que essa análise é um desafio para o pesquisador com relação a capacidade em tratar e interpretar a informação da pesquisa documental.

#### *1.5.5.4 Etapa 5: Plano de implementação e monitoramento e plano de continuidade.*

Após a obtenção de todos os dados descritos na metodologia oriundos de todas as etapas e subitens anteriores, foi possível a coleta dos dados do plano de implementação e monitoramento, juntamente com o plano de continuidade,

conforme recomendações da CNTL (2003).

#### *1.5.5.5 Manual de implementação da produção mais limpa na indústria de cerâmica vermelha.*

Com todos os dados obtidos na pesquisa provenientes do manual da CNTL (2003), foi possível obter os dados para elaboração do manual teórico da indústria da pesquisa.

Cury (2012) ressalta a importância dos manuais como “um documento elaborado dentro de uma empresa com a finalidade de uniformizar os procedimentos que devem ser observados nas diversas áreas de atividades”.

## **CAPÍTULO II**

### **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **2.1 CERÂMICA VERMELHA**

Durante anos temos relatos na história que o homem utilizava o barro para expressar artes, costume e cultura dos povos antigos. Do grego *kéramos* deriva-se a palavra cerâmica, que é o produto obtido pelo processo de moldagem, secagem e queima de misturas que tem como principal matéria prima, a argila. (DA SILVA NAZÁRIO et al., 2018). Segundo Junior et al. (2019), o setor cerâmico integra o ramo de produtos de minerais não metálicos da Indústria de transformação. Os segmentos mais representativos dessa indústria compõem a complexa cadeia de processos da construção civil.

Segundo Khan et al. (2019), na Ásia os maiores produtores de tijolos se encontram na China, que produz de 700 a 800 bilhões de tijolos por ano, seguida da Índia, Paquistão, Bangladesh e Vietnã, que juntos fornecem mais de 260 bilhões de tijolos por ano, concentrando 90% da produção do país, abastecendo em torno de 75% a demanda global por tijolos.

Sendo assim essa produção em massa de tijolos cresce rapidamente, em alguns países como China, Índia e Paquistão. Por esse motivo, com o crescimento das indústrias de cerâmica vermelha, no Paquistão, existem os impactos nas emissões dos fornos de tijolos segundo Shiraz et al. (2012).

Essas emissões são proeminentes de poluição do ar e que acarretam em problemas de saúde, trazendo consequências mundiais pois, emitem gases como SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub> e PM, que afetam das plantas ao solo, aos animais e os seres humanos que ficam próximo as olarias (KAMAL et al., 2014).

Ainda sobre o Paquistão, cerca de 45 bilhões de tijolos são produzidos, sendo considerado o terceiro maior produtor de tijolos no sul da Ásia. (SAEED, 2017). Paquistão contribui, como setor de tijolos, com 1,5 % de seu Produto Interno Bruto -

PIB. Murmu e Patel (2018) e Saha e Hosain (2016), relatam que em Bangladesh são produzidos 18 bilhões de tijolos anual, e conseqüentemente, liberam gases tóxicos e particulados com emissões significativas para impactos ambientais.

A situação na África através da Associação Clay Brick da África Austral e Swisscontact – SADC (2017), estima-se que a produção global na região da SADC é cerca de 5 mil milhões de tijolos por ano, esse dado segundo autores só foi relatado depois de rever a produção em cada país. Dessa produção, menos de 10% são fabricados por fabricantes informais de tijolos cerâmicos. Sendo o setor formal representado por 150 indústrias, onde cada uma produz mais de 6 milhões de tijolos por ano. Considerando os fabricantes informais, no entanto, estão presentes em milhares em toda a região (com poucas exceções, como Namíbia e Suazilândia). A África do Sul é de longe o maior produtor de tijolos, o país contribui com mais de 70% da capacidade industrial total da região.

Segundo The European Ceramic Industry Association (2019), na Europa, a indústria cerâmica participante é global, fornecendo mais de 200.000 postos de trabalho diretos, com um valor de produção anual de 28 bilhões de euros, a indústria cerâmica faz uma contribuição substancial para a economia europeia. Dada a importância estratégica de muitos dos produtos da indústria, um clima competitivo é essencial para manter a posição mundial do setor.

Ainda segundo os autores, empresas europeias se esforçam para ser as mais inovadoras do mundo. Isso se reflete nos investimentos significativos em P&D feitos dentro das empresas, bem como nos clusters de universidades e centros de pesquisa que trabalham com cerâmica.

Em relação aos impactos ambientais europeus, apesar da fabricação corresponder até 90% da pegada de carbono para alguns produtos cerâmicos, a economia de energia inerente durante a fase de uso juntamente com a durabilidade dos produtos cerâmicos propõe vida útil mais longa. Sendo assim, na fase de produção os impactos ambientais são significativamente reduzidos em comparação com outros materiais. Por vez, suas instalações representam 10% e suas emissões são de aproximadamente 1%. (The European Ceramic Industry Association, 2019).

No Brasil, os tipos de cerâmica vermelha e estrutural são muito conhecidos e usados, em especial por produzir matérias como telhas e tijolos (DA SILVA NAZÁRIO et al., 2018). O setor produtivo de cerâmica vermelha para construção

exerce uma grande contribuição na economia do país. No ano de 2013, somente o setor dos minerais não metálicos totalizou US\$ 19,3 bilhões no Produto Interno Bruto (PIB) da indústria (BRASIL, 2014). O setor é composto por mais de dez mil empresas ceramistas, produzindo mais de dois bilhões de peças anualmente e empregando algo em torno de quatrocentas mil pessoas (SILVA et al., 2015).

A produtividade brasileira, tendo o tijolo comum (9x19x19) como o principal produto, é de 18,3 milheiros/mês por colaborador (INT, 2017). Já a produção europeia ultrapassa 200.000 peças por colaborador/mês, tendo em vista o elevado nível de automação da fabricação de tijolos (INT, 2017).

Os fatores de vantagens, pelo lado europeu, têm relação aos investimentos em tecnologia, treinamento eficaz da mão de obra, eficiência nas estratégias de gerência de processos e produtos, e atualização com o mais moderno em equipamentos e instrumentos. Onde se observa que no Brasil esses investimentos são escassos e acontecem entraves nas inovações tecnológicas (BASTOS, BROCHADO et al., 2009).

Conforme comentado por Farias (2012), as empresas do setor da cerâmica vermelha relacionam alguns impactos ambientais, em especial na etapa de queima. Dentro desse contexto, o autor afirma a importância dessa indústria com relação à adoção de tecnologias de produção que possam contribuir para elevação de eficiência produtiva, beneficiando as condições de trabalho e ao mesmo tempo reduza o impacto ambiental.

De acordo com Santos Jr. et al. (2017), o Brasil, no setor de cerâmica vermelha tem grande dificuldade na obtenção de dados estatísticos e indicadores de desempenho, causando dificuldades para acompanhar o crescimento e melhorar sua competitividade. Não bastasse essa deficiência nos dados, o mesmo segmento ainda apresenta um conjunto de problemas ambientais e de qualidade dos produtos. Onde seus produtos têm grande importância, pois possibilitam uma base para a área mais simples até a mais sofisticada da construção civil.

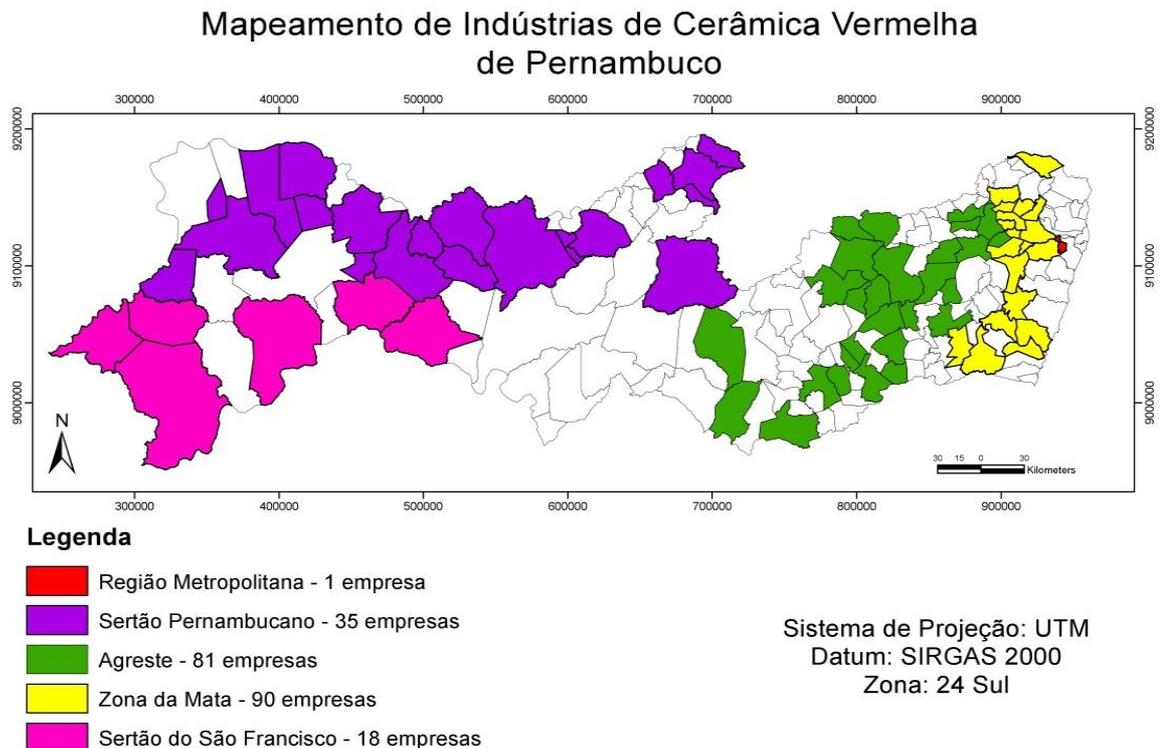
Os Autores Da Silvia, Méxias e Quelhas (2017) comentam que, apesar de significativa quantidade de indústrias da cerâmica vermelha na região do Brasil, existem limitações nos investimentos em tecnologias limpa. E assim, limitam o desenvolvimento e retardam sua modernização que por não utilizarem de planejamento ou qualquer ferramenta gerencial contribuem para grandes perdas e impactos cujo no ciclo produtivo (DA SILVIA, MÉXIAS e QUELHAS, 2017).

No estado de Pernambuco, segundo Silva e Barros (2014), as indústrias de cerâmica vermelha estão localizadas no Agreste e na Zona da Mata. E seus principais pólos são: Caruaru, Bezerros, Recife, São Lourenço da Mata, Paudalho e Vitória de Santo Antão. A influência na localidade se dá pela proximidade da principal matéria prima, a argila.

O INT/MCTI (2013), detalha que “a produção cerâmica do estado se concentra em cidades a menos de 200 km da Grande Recife, como São Lourenço da Mata, Cabo de Santo Agostinho, Vitória de Santo Antão, Ribeirão, Água preta, Gravatá, Pombos, Bonito, Caruarú, Bezerros, Camocim de São Félix, Carpina, Tracunhaém, Limoeiro, Timbaúba, Goiana, Nazaré da Mata e Pau D’Alho”.

A indústria do setor da cerâmica vermelha no estado de Pernambuco é formada por 225 unidades, divididas em 5 regiões: a Região Metropolitana conta com 1 empresa, o Sertão de Pernambuco contém 35 empresas, o Agreste com 81, a Zona da mata 90 indústrias e o Sertão do São Francisco com 18 Olarias (SILVA, 2019). Conforme ilustra a figura 3 com o mapa com os pólos cerâmicos e seus municípios integrantes.

Figura 3 - Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado de Pernambuco.



Fonte: Silva (2019)

Ainda sobre o estado de Pernambuco, Silva e Barros (2014) informam que é preocupante o Estado possuir várias olarias, e sua produção ocorrer de forma ultrapassada. E por sua vez acarretar em impactos ambientais, além de não proporcionar um produto final com custo/benefício adequado. Se fazendo necessário, dentro das etapas dos processos produtivos com a finalidade de qualidade ao produto final, que tenha menor impacto na natureza e que possam assim ter referências para concorrer com os produtos cerâmicos de outros estados.

## **2.2 SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA**

### *2.2.1 Gestão Ambiental*

As organizações, até os anos 60, tinham uma grande preocupação na eficiência dos sistemas produtivos com o reflexo na geração de lucros baseados em recursos naturais limitados (FONTE, ano). Em pouco tempo, essa teoria revelou-se equivocada, porque os próprios administradores entenderam que a atuação das empresas se tornava a cada dia mais complexo, existindo a importância de agregar o setor produtivo com o meio ambiente (FONTE, ano). O que impulsionou essa mudança de comportamento no modo de pensar e agir foi o crescimento da consciência ecológica na sociedade, no governo e nas próprias empresas, que passaram a incorporar essa orientação em suas estratégias. (MARTINS e SILVA, 2014).

Antes de iniciar qualquer discussão mais específica acerca de gestão ambiental, é importante compreender o sistema. Sendo assim, "sistema" é um conjunto de partes interagentes e interdependentes que, em conjunto, forma um todo unitário com determinado objetivo e efetua determinada função (ALVEZ, FERREIRA, 2017). Nesse contexto, a "abordagem sistêmica" de um fenômeno, quando se trata da relação com a gestão ambiental, tem a relação das organizações, empresas, por meios de normas (CHIAVANATO, 2014).

Com o intuito de promover o desenvolvimento sustentável e atender exigências legais, dentro das estratégias ambientais foi constituída a gestão

ambiental. As empresas que atendem às metodologias e técnicas da gestão ambiental, inicialmente adotadas pelas instituições no âmbito dos processos internos, têm como consequência a estruturação de social, ambiental e econômica (FARIAS et al., 2012).

Deliberal et al., (2016) e D'Agostini et al., (2017), indicaram que a gestão ambiental contribui para melhorar o desempenho organizacional e, conseqüentemente, para tornar as organizações mais competitivas no mercado.

A busca pela competitividade tem exigido das organizações preocupações crescentes com aspectos de responsabilidade social e ambiental. Não ficam de fora dessas exigências as fábricas de cerâmica vermelha. Onde os problemas ambientais gerados referem-se, especialmente na medida em que consomem diversos recursos ambientais, como, matérias primas, energia e água, que podem causar degradação ao meio ambiente. (MESQUITA, et al., 2017).

Esta preocupação, antes um diferenciador de mercado, hoje é fator que deve ser contemplado na estratégia de empresas que almejam construir uma posição competitiva na indústria (CARPES et al., 2008; ALVES; NASCIMENTO, 2013; JABBOUR et al., 2013). E essa busca pela competitividade tem exigido das organizações preocupações crescentes com aspectos de responsabilidade social e ambiental (SILVA, et al., 2015).

Conforme aponta os autores Kuasoski, Doliveira e Silva (2015) “há necessidade de equilibrar o tripé da sustentabilidade no segmento de cerâmica vermelha, pois, muitas vezes, é dada ênfase ao pilar econômico, deixando em segundo plano os pilares ambientais e sociais, este segmento deve refletir sobre a sua continuidade futura no mercado”.

### *2.2.2 ISO 14001 e produção mais limpa*

A *International Organization for Standardization* - (Organização Internacional de Normalização), fundada em 23 de fevereiro de 1947, com sede em Genebra, Suíça, é uma organização não governamental com representação de mais de 100 países. Seu principal objetivo é estabelecer padrões internacionais sobre diferentes setores mundiais, que traduzam o consenso dos diferentes interesses dos países participantes para homogeneização de procedimentos, de medidas, de materiais e seu uso em diferentes domínios de atividades (FONTE, ano).

De acordo com TEIXEIRA e SOUZA (2016), as instituições compreendem que a NBR ISO 14001: ano integram o sistema de gestão ambiental (SGA) com responsabilidade das empresas em elaborar e cumprir as normas voltadas a política ambiental. Tendo em vista essa visão das corporações, dentro da P+L, criou-se várias metodologias com objetivo de adaptar aos processos produtivos existentes, dentro do âmbito do desenvolvimento sustentável. Sendo importante a escolha dentre as obtidas durante estudo para melhor adaptação para indústria de cerâmica vermelha.

A metodologia mais utilizada em gestão ambiental segundo Da Cunha Fernandes e et al., (2015), é a P+L, que tem como princípio básico eliminar a poluição durante o processo de produção.

Sabendo da ligação entre a ISO 14001 e a produção mais limpa com a busca pelos mesmos resultados e com várias metodologias. Na NBR ISO 14001:2015 descreve que para menor impacto ambiental “pode incluir redução ou eliminação da fonte; modificações no processo, produto ou serviço” (WERNER; BACARJI e HALL, 2011). O mesmo se aplica em contrapartida na produção mais limpa que conclui: “Reduzir a poluição através do uso racional de matérias-primas significa uma opção ambiental e econômica definitiva” (PHILIPPI JUNIOR; ROMÉRO e BRUNA, 2014).

De acordo com Da Silva et al. (2019), a Produção mais limpa prima pelos benefícios da otimização dos processos produtivos, mediante a melhoria na utilização da matéria-prima, água, energia e da não geração de resíduos, como também, aumentar a competitividade através da redução de custos de produção, adequação à legislação ambiental e colabora para o bem-estar da comunidade local. Assim, possibilitando a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) e para futuras certificações como ISO 14.001(Da SILVA et al., 2019).

## **2.3 PRODUÇÃO MAIS LIMPA**

### *2.3.1 Origem e conceito da P+L*

Antes de iniciar qualquer discussão mais específica acerca da produção mais limpa, é importante dizer que existem algumas metodologias iniciadas por associação de caráter nacional e internacional que falam sobre prevenção da poluição através das indústrias. Essas metodologias utilizam nomenclaturas diferentes, contudo abordam o mesmo propósito, então convém destacar: PP ou P2,

P+L, PL e Ecoeficiência (RENSI e SCHENINI, 2006).

Severo et al. (2014) reforça a ideia que a junção da globalização e da competitividade ao mercado, acarreta em consequências para o meio ambiente. Conseqüentemente, gera ao mundo uma inquietação para a gestão ambiental, em especial para às indústrias, por terem maior linha de produção.

No processo de industrialização mundial existiu a necessidade de um método que conectasse a eficiência da produção com a proteção ambiental proveniente dos impactos gerados pelas atividades da produção. Desta maneira, muitas empresas modificaram seus processos e avançaram nos estudos de P+L (OLIVEIRA, SHIBÃO e GODINHO, 2016).

Observando essas necessidades, foi criada em 1989, pela UNEP (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), a PML (Produção Mais Limpa), com a proposta de conservação dos recursos e uma abordagem preventiva na gestão ambiental. (PEREIRA; SANT'ANNA, 2013).

Outro conceito utilizado para o P+L, segundo a UNEP (2010) foi “aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada aplicada aos processos, produtos e serviços para aumentar a eficiência geral e reduzir riscos aos humanos e ao meio ambiente”.

Podemos citar ainda mais um autor, Anacleto Et al. (2012), o qual também interpreta o conceito como: “A Produção Mais Limpa é uma das principais variáveis do Desenvolvimento Sustentável que trata da utilização de indicadores de sustentabilidade e tem sido reconhecida como um importante passo para operacionalização dos conceitos de gestão ambiental”.

Abordando o propósito do P+L, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) também absorveu os propósitos da metodologia e criou, o documento em anexo 1 desse trabalho, a “Declaração internacional sobre produção mais limpa”, documento da (Portaria nº 454, de 28/11/2003)

Através dessa abordagem inicial e mundial, a UNIDO (United Nations Industrial Development Organization) e UNEP, juntos trabalham apoiando na criação e estímulo Centros Nacionais de Produção mais Limpa (CNPLs), em vários países em desenvolvimento, para que estimulem a adoção da P+L. Segundo Basappaji e Nagesha (2014), essa ferramenta vem sendo adotado por mais de 40 países no mundo.

Portanto, no ano de 1995, foi criado no Brasil o Centro Nacional de

Tecnologias Limpas, na localidade do Estado do Rio Grande do Sul integrado ao SENAI/RS. A integração ocorreu em parceria com a UNIDO/UNEP, tendo importância paradiscernir as propostas da ferramenta em vários estados no Brasil. (DA SILVA e OLIVEIRA, 2018).

Conforme Santos (2018), a abordagem de uma estratégia de produção mais limpa faz com que a empresa conheça melhor o seu processo industrial e estabeleça monitoramentos de produção e indicadores ambientais. Ainda segundo o autor, a empresa poderá optar nas identificações das necessidades através do monitoramento, aplicar informações tecnológicas e programas de capacitação. A ferramenta P+L, ainda segundo o mesmo autor, interage com os sistemas de qualidade, gestão ambiental e segurança e saúde ocupacional, acreditando que atende por completo o entendimento do sistema de gerenciamento da empresa.

### 2.3.2 *Benefícios da P+L*

A P+L deve ser vista pelo governo, sociedade e, especialmente, organizações não só como uma estratégia econômica e ambiental, mas como beneficiadora da saúde ocupacional e da segurança dos trabalhadores, bem como fortalecedora da imagem da empresa frente à comunidade e autoridades ambientais. (RENSI E SCHENINI, 2006).

Os autores Oliveira et al. (2015) em seus estudos, observaram que as industriais atenderam à necessidade de maior valorização dos benefícios ambientais face aos econômicos, os quais merecem destaque:

- Minimização dos impactos ambientais decorrentes das atividades produtivas;
- Redução dos custos de produção devido à racionalização e melhoria no gerenciamento de insumos de produção;
- Agregação de valores aos resíduos;
- Melhoria na cultura organizacional sobre o meio ambiente;
- Melhoria no gerenciamento e controle da poluição;
- A redução no consumo de matéria prima.

Maciel e Freita (2013) ressaltam que dependendo do ponto de vista teórico ou prático, a Produção mais Limpa (P+L) pode ser entendida como uma ferramenta, abordagem, estratégia ou programa. Para o objetivo do estudo dos autores, a P+L é vista como uma ferramenta da gestão ambiental de caráter estratégico. Visto que,

uma vez aplicada poderá proporcionar oportunidades de melhoria no processo produtivo, minimização dos impactos por este gerado no meio ambiente, melhoria na saúde e segurança no trabalho, além de proporcionar a organização uma série de benefícios de caráter estratégico, como redução nos custos, melhor imagem no mercado e aproveitar oportunidades.

A geração de benefícios está explanada por Vieira e Amaral (2016), onde no processo de melhoria contínua gerado, por meio da P+L e seus processos, que buscam evitar impactos ambientais negativos e aumento dos custos.

Entre os benefícios que as empresas podem alcançar, citados no estudo por Silva, Moraes e Machado (2015), destacam-se: diminuição na geração de resíduos, melhor reaproveitamento dos resíduos gerados, otimização do uso da água e energia, melhor ambiente de trabalho, maiores e melhores condições de segurança e saúde dos funcionários, além de disseminar uma boa imagem da empresa perante a sociedade.

### *2.3.3 Produção Mais Limpa e Tecnologias*

A China é a segunda economia do mundo (GLOBO, 2014). Segundo Lo e Han (2014), os principais fabricantes de revestimento cerâmico na China estão concentrados em duas áreas principais: Foshan e China Oriental. Foshan é a terceira maior cidade da província Guangdong, na região sul da China e tem uma longa história de fabricação de cerâmica, e recebe o nome de "Capital da Cerâmica da China".

Por esse motivo, os autores Huang, Jiwen e Bin (2013) no estudo descrevem o caso na indústria cerâmica da província de Guangdong, onde utilizaram o método P+L, para esse caso foi combinada a auditorias periódicas com a proposta de avaliar a eficiência da produção. As principais ações de P+L empregadas foram substituição das instalações, troca de tecnologia, controle de processos, reutilização de matérias primas e resíduos, melhorias de gestão e treinamento de funcionários. O resultado foi à diminuição significativa do consumo de água e de emissões, diminuindo assim os custos e o impacto ambiental.

No Chile é considerado um dos poucos países do mundo que contam com uma política de Produção Limpa - PL, baseada principalmente no modelo de Acordos de Produção Limpa - APL, realizados entre o governo e entidades privadas (PEREIRA E SANT'ANNA, 2013).

O Acordo de Produção Limpa (APL) é um instrumento de política ambiental com base em um acordo entre setor produtivo e administração pública, para alcançar objetivos ambientais específicos. Estão entre esses objetivos a: redução de emissões; qualidade ambiental; recuperação, minimização e reciclagem de resíduos; redução ou eliminação de determinadas substâncias ou materiais; eficiência energética e minimização do uso de água entre outros (PEREIRA e SANT'ANNA, 2013).

Ainda sobre o Chile, um exemplo de produção mais limpa abordado por Oyarzo e Peuportier (2013), relatam uma nova técnica criada a partir do método P+L para ser utilizada na construção civil. Considerada uma inovação com a técnica, pois a metodologia utilizada no processo de construção do prédio continua a surtir efeito mesmo quando o prédio estiver habitado devido às ações escolhidas na construção continuará promovendo a preservação de recursos durante toda a vida útil das moradias. Foi através de modificações de estudo no projeto arquitetônico que resultou em cerca de 50% a emissão de CO<sub>2</sub> durante e após a construção dos prédios (OYARZO e PEUPORTIER, 2013).

Em 1992, o México foi considerado o país mais poluído do mundo. Para tanto, os primeiros centros nacionais de Tecnologia limpa foram estabelecidos entre os anos de 1994 a 1995 na República Checa, Bolívia, Brasil, China, Índia, México, Tanzânia e Zimbabué (Maciel e Freitas, 2013). No México têm surgido políticas que ilustram a importância das tecnologias ambientais com a redução das taxas de importação e uso de equipamentos de controle de poluição (LÁZARO e GREMAUD, 2016).

Na procura de otimizar processos e crescimento econômico, empresas começam a adotar tecnologia na fabricação de seus produtos, segundo Pinheiro (2015), mesmo que de forma gradativa as empresas estão modificando os seus processos produtivos. O autor dá destaque à uma empresa localizada no estado do Amazonas, que utiliza por exemplo: acréscimo de um novo tipo de combustível para os fornos, na etapa de queima dos produtos, com a utilização de pó de serragem, cavaco de restos de toras de madeira, caroços de açaí ou ainda resíduos de madeira oriunda de construção civil.

Segundo Andrade et al., (2016), a importância de um novo olhar para aplicação de tecnologias limpas nos processos produtivos das empresas, que conseqüentemente, irão gerar os mesmos benefícios citados por vários autores ao

empreendimento nos âmbitos sociais, ambientais e econômicos, informando também que esses são o diferencial e motivo das empresas se manterem. O Instituto Brasil PNUMA (2010), aborda que reduzir custos com a eliminação de desperdício, adotar tecnologias limpas e sistemas de gestão ambiental representam condições de sobrevivência empresarial.

Segundo CNI (2012), “a combinação de tecnologias ambientais e novas tecnologias de produção, trazem grande potencial competitivo e desempenho superior para empresas envolvidas com ações sustentáveis”, e essas transformações requeridas por um padrão de desenvolvimento sustentável dependem de investimentos públicos e privados, sobretudo em inovação e em tecnologias produtivas mais limpas.

Assim, Azevedo et al. (2016) destacam as tecnologias limpas por serem compreendidas como novos processos industriais ou mesmo processos industriais já existentes, porém alterados, com o objetivo de reduzir os impactos ambientais, o consumo de matérias-primas e o consumo energético utilizado durante o ciclo produtivo. Os autores destacam que os processos, os quais objetivam a redução dos impactos ambientais por meio de negócios, produtos e serviços, são importantes nos processos ou produtos industriais, pois acarretam no marco do desenvolvimento sustentável. Andrade et al. (2016), também concorda com as definições dos autores anterior, e conclui que em geral, as tecnologias mais limpas são destinadas para resolver problemas ambientais crônicos de odor, poluição ou geração de resíduos tóxicos perigosos.

É importante destacar que as empresas adeptas da produção mais limpa no Brasil são subsidiadas em vários órgãos habilitados para esse fim, como: o Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL/SENAI). Tal órgão contribui para facilitar a transferência de informações e tecnologias às empresas, e fornecem também informações e metodologias de aplicação desta ferramenta (MACIEL e FREITAS, 2013).

A união europeia também tem seu centro de tecnologia limpa, a European Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Essa diretiva localizada no continente trabalha com uma abordagem de produção mais limpa em todos os compartimentos ambientais (ar, água e solo), ou seja, trabalham na prevenção e controle da poluição, com uma abordagem integrada às licenças ambientais (DADDI et al., 2013).

Mediante a implementação de um programa de Produção mais limpa à atividade produtiva, são identificadas as tecnologias limpas mais adequadas para o seu processo produtivo, beneficiando com transparência e informações, e a melhor metodologia para tratar as questões ambientais (FONSECA et al., 2013). O desafio das empresas está em identificar estratégias para melhor maximizar as oportunidades ambientais na linha do seu setor, segundo Alves e Ferreira (2017). Ainda de acordo com os autores, para viabilizar as melhores tecnologias limpas e analisar as diversas possibilidades para implantação da produção mais limpa, a empresa precisa observar os seguintes pontos:

- Na entrada – Os processos industriais são caracterizados por entradas de matérias-primas, energia e mão de obra. Esse processo pode ser feito através da substituição de insumos nocivos ao meio ambiente ou através da substituição de recursos naturais primários por material reciclado;
- No processo de produção – São caracterizados como produtos e serviços, seus benefícios podem ser através da otimização de um único componente do processo, ou da integração de um novo componente ao processo, ou da integração de componentes alternativos ao processo, ou ainda através da utilização de um processo de produção alternativo;
- Na saída – caracterizado pela saída de emissões para o ar e água, e resíduos, através da otimização de um componente do produto, ou através da integração de um novo componente ao produto, ou através da troca de um componente do produto, ou através da substituição completa do produto.

Segundo Da Silva e Da Silva (2017), analisar em termos ambientais, as possibilidades tecnológicas são etapas importantes para a incorporação em suas atividades, podendo ser aplicadas ao processo de produção em diferentes momentos como:

- A.** Mudanças no produto: Essa mudança ocorre no projeto, onde o layout pode sofrer alterações para melhoria ambiental em seu ciclo de vida, desde a extração da matéria-prima até a sua disposição final, sendo também possível, na composição do produto.
- B.** Boas práticas operacionais: consistem em mudanças operacionais, de

procedimentos, de gestão em uma organização para reduzir desperdícios, podendo ser inclusas em: melhorias de logística de compra, estocagem, e distribuição de matéria-prima e materiais auxiliares; mudanças na dosagem de matéria-prima; elaboração de manuais de boas práticas operacionais; e treinamento de pessoas

**C.** Mudanças tecnológicas de processos: essa mudança consiste em mudanças tecnológicas de processo ou de equipamentos para reduzir os desperdícios na linha de produção.

Segundo Lisboa et al. (2015), a ferramenta produção mais limpa tem grande valor quando usada para no desenvolvimento e aperfeiçoamento de novas técnicas e métodos e por fatores que crescem a evolução na busca da eficiência da produção em paralelo as questões ambientais. Ainda os mesmos autores informam que o método é utilizado em diferentes países nos mais diferentes setores e mesmo com suas limitações consegue ser uma ótima ferramenta de otimização de processos. Esse método vem sendo adotado por mais de 40 países (BASAPPAJI; NAGESHA, 2014).

Portanto, a necessidade de adoção de novas tecnologias é fundamental para manutenção do segmento, principalmente em relação aos fornos, visto que tange a questão das emissões atmosféricas e conseqüentemente abrange uma problemática de ordem global que são as mudanças climáticas (FONTE, ano). O artigo comenta sobre os impactos dessa indústria no Paquistão e em países em desenvolvimento, apontando dados. Há uma crescente taxa de produção de tijolos, que especificamente em países em desenvolvimento, acompanha o crescimento populacional, e que em paralelo gera modificações nos processos produtivos (KHAN et al., 2019).

#### *2.3.4 Fases da implantação da metodologia da P+L*

Produção mais limpa é uma abordagem integrada e sistêmica que inclui mudanças organizacionais de produção e de processos em busca de uma melhoria contínua Silva et al. (2013).

Da Silva, Fritsch e Da Silva (2019) selecionaram, baseados na CNTL- Central Nacional de Tecnologia Limpa, as 5 fases dessa metodologia que consiste: planejamento e organização (1), pré-avaliação (2), avaliação (3), estudo de

viabilidade (4) e implementação (5).

Por conseguinte, nesse estudo Da Silva, Fritsch e Da Silva (2019), relatam que no todo podem ser identificados dois grupos, que buscam a ferramenta P+L. O primeiro grupo abrange as empresas que estão interessadas em manter a área de trabalho limpa, adequadamente organizada e ambientalmente correta. E o segundo grupo tem como motivação os casos de sucesso de outras empresas onde mostram resultados competitivos no mercado, pela otimização de custos operacionais, seja pela redução dos desperdícios, seja pela redução de impostos (DA CUNHA FERNANDES et al., 2015).

Contudo, de acordo com a CNTL (2003), depois de executar o primeiro passo para implementação da ferramenta através de uma visita técnica, é necessário realizar a exposição de casos bem-sucedidos, ressaltando vantagens econômicas e ambientais aos interessados do setor. Após acordado esses requisitos a empresa poderá utilizar metodologias vigentes das instituições, ou outras, para amparar todo o processo e atender as suas necessidades (SANTOS; MELLO e MEDEIROS, 2018). Visto que uma técnica é um conjunto de processos baseado em conhecimentos científicos utilizados para obter certo resultado (TÉCNICA, 2016).

## **2.4 PSQ - PROGRAMA SETORIAL DE QUALIDADE**

Para auxiliar o setor industrial, o Sindicato das Indústrias Cerâmicas (SINDICER), a Associação Brasileira de Cerâmica (ABC), o Centro Cerâmico do Brasil (CCB), entre outras instituições, juntaram esforços para busca e incentivo na área de desenvolvimento de pesquisas tecnológicas dentro do setor cerâmico (FONTE, ano). Usando parâmetros que certifiquem e atestem qualidade aos seus produtos, sendo então utilizado o Programa Setorial de Qualidade de Blocos Cerâmicos (ANICER, 2010).

Almejando produtividade e sustentabilidade na produção, empresas do segmento têm buscado aderir ao Programa Setorial da Qualidade (PSQ) do governo federal, e à participação em projetos como o Cerâmica Sustentável é + Vida. Além disso, destaca-se que uma das inovações no setor ceramista tem sido o do uso da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) de produtos, como telhas e blocos, em comparação com a produção de concreto (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA, 2015; SOUZA et al., 2015).

No entanto, tal segmento industrial ainda tem apresentado alguns problemas como a geração de resíduos sólidos e desperdícios de argila, de água, de energia elétrica e de biomassa vegetal, como pode ser constatados nos estudos de Almeida et al. (2009), Maciel e Freitas (2013) e Moraes et al. (2015).

A indústria de cerâmica vermelha gera em seu processo grande quantidade de resíduos sólidos, e que, se dispostos de forma inadequada, podem ocasionar impactos ambientais adversos (MORAIS et al., 2015). Conhecer os aspectos qualitativos, ou seja, os tipos de resíduos sólidos, e os aspectos quantitativos, isto é, a quantidade gerada, é fundamental para gerenciá-los de forma ambientalmente adequada (GOUVEIA, 2012).

Nesse sentido, etapas para implementar a Produção mais Limpa (P+L), como a elaboração de um fluxograma qualitativo da produção e a quantificação de entradas de insumos e saídas de resíduos, pode permitir um melhor conhecimento das origens dos resíduos e desperdícios, e assim oferecer possibilidades de redução na fonte (MACIEL e FREITAS, 2013). Portanto a ferramenta produção mais limpa, por priorizar o tripé da sustentabilidade, ajuda no diagnóstico qualitativo e quantitativo da geração de resíduos sólidos e desperdícios de insumos de um processo produtivo.

Almejando essa produtividade e sustentabilidade na produção, empresas do setor estão aderindo ao PSQ com o intuito de garantia de melhor produto, baseando-se na competitividade do mercado, sendo assim também a busca pela diminuição das não conformidades (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA, 2015; SOUZA et al., 2015).

Segundo Da Silva, et al., (2018), devido a essa crescente competitividade e preocupação com questões ambientais, para que uma empresa consiga se manter em um mercado, querendo contribuir com os fatores de minimizar impactos e crescer economicamente a busca por alternativas e soluções adequadas é fundamental.

Na visão da SINDICER/PB - Sindicato da Indústria de Cerâmica Vermelha do Estado da Paraíba (2015), o PSQ é um instrumento importante na competitividade, pois cria bases para que o setor abraça modelos de inovações e padronize seus produtos (blocos e telhas cerâmicas) nos processos de melhor produtividade e tecnologia, confiabilidade de dados para a Indústria de Construção Civil. Segundo a mesma fonte, essa ferramenta tem sua importância dentro das sociedades devido

ao seu papel em colaboração com a qualidade, contribuindo direta e indiretamente para:

- Elevar a imagem da indústria da cerâmica vermelha;
- Reduzir perdas nos processos produtivos com maior sistematização da produção;
- Aumentar produtividade a menor custo operacional;
- Conquistar o mercado interno e externo;
- Valorizar e divulgar as empresas que fabricam produtos que atendam as normas de qualidade;
- Atender exigências dos agentes de mercado e financeiro;
- Desenvolver estratégias de marketing;
- Agregar valor ao produto;
- Buscar a padronização dos processos e a melhoria contínua da qualidade;
- Interagir com órgãos governamentais, entidades, instituições e associações;
- Promover a comercialização de produtos de empresas certificadas;
- Combater a não conformidade intencional nas vendas com ações específicas e dirigidas.

## **CAPITULO III**

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 COMPROMETIMENTO DA GERÊNCIA**

Para que as fases previstas pela CNTL fossem cumpridas, realizou-se uma reunião com o gestor da empresa de cerâmica vermelha, na qual foi apresentada a proposta do trabalho, mostrando possíveis benefícios e como a atuação da ferramenta produção mais limpa poderia ajudar ao setor nos pontos econômicos, sociais e ambientais. A partir da apresentação do tema de estudo, o proprietário mostrou-se interessado em participar e comprometeu-se em colaborar no decorrer das atividades, no que fosse possível, tipo: capacitação de pessoas, adoções de tecnologia e técnicas de produção.

Pimenta e Gouvinhas (2012) consideram que se não existirem disposição e comprometimento do proprietário/direção, ou mesmo uma fiscalização externa (e.x. governo, clientes, investidores, parceiros comerciais, fornecedores), a implementação da ferramenta em seus processos assim como a sua continuidade podem ficar comprometidas.

No estudo de Silva, Moraes e Machado (2015) caracterizou a primeira etapa como planejamento e organização pelo comprometimento da direção, da gerência e dos funcionários, principalmente daqueles ligados diretamente a linha de produção e manutenção, considerando os conhecimentos desses operários para abranger e minimizar com mais conhecimento os pontos críticos da empresa.

#### **3.2 ECOTIME**

Como critérios para a formação do ecotime é importante traçar as seguintes responsabilidades: realizar o diagnóstico; implantar o programa; Identificar oportunidades e implantar medidas de Produção mais Limpa; monitorar o programa; dar continuidade ao programa (CNTL, 2003).

Inicialmente na pesquisa, houve uma entrevista com o gestor da empresa com relação aos interesses em formar um ecotime para implantação dos critérios e medidas da produção mais limpa. Os funcionários indicados deverão participar de treinamentos preliminares para uma melhor compreensão da metodologia, sendo de

extrema importância o treinamento dos principais encarregados dos setores para multiplicação das informações.

O mesmo afirma Da Silva, Fritsch e Da Silva (2019) em seus estudos um dos termos primordiais da metodologia fundamenta-se na composição de uma equipe de trabalho ou força tarefa, também denominada Ecotime. Os assistentes devem ser capacitados e sensibilizados, de forma a transmitir os métodos da P+L para os demais funcionários da empresa.

Leite e Pimenta (2011) iniciaram a formação do ecotime, que contou com cinco funcionários da linha de produção. Esta equipe passou por treinamentos sobre os temas P+L, segurança de trabalho e o programa 5's.

Na formação do ecotime Fonseca e Peres (2017) objetivaram que a equipe responsável trataria do levantamento de impactos ambientais, elaboração e aplicação de medidas preventivas e corretivas. De conformidade, primeiro que a empresa estava disposta a adotar ações para garantir um desenvolvimento e melhoria ambiental e os funcionários foram conscientizados por meio de palestras sobre a importância de implantação do programa.

Implantado desde 2007 em uma indústria do polo metal-mecânico, os grupos de melhoria (ecotime) alcançaram inovações em processo na busca de redução dos desperdícios na fonte, incorporação de novas tecnologias, trazendo benefícios para o local de trabalho (SEVERO et al., 2015)

### **3.3 IDENTIFICAÇÃO DE BARREIRAS**

Várias barreiras foram encontradas durante o acompanhamento do processo. E de acordo com Central Nacional de Tecnologia Limpa a identificação das barreiras são de extrema importância, pois com andamento do programa de P+L estas informações podem ser relevantes na obtenção de dados e resultados finais. A CNTL (2003) classifica essas barreiras nas seguintes subcategorias: conceituais, organizacionais, econômicas, financeiras e técnicas.

Nesta pesquisa foi aplicado um questionário ao diretor da cerâmica vermelha, e diagnosticadas as barreiras da empresa, sendo elas: resistência do setor a mudanças, fiscalização do setor ambiental, dificuldades para capacitação e entendimento de tecnologias e ferramentas limpas, e poucos recursos financeiros para investimento em tecnologias pelo avanço do setor. Estas barreiras foram então

caracterizadas dentro das sub-categorias da CNTL (2003), conforme pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 - Subcategorias das barreiras encontradas na empresa em estudo (2019)

<b>Subcategorias (CNTL)</b>	<b>Barreiras identificadas na empresa</b>
<b>Conceituais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreende sobre produção mais limpa, contudo tem limite na interpretação.</li> <li>• O gestor considera o setor da cerâmica vermelha resistentes a mudanças.</li> </ul>
<b>Organizacionais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possui funcionário responsável pela gestão ambiental, mas não fica in loco, é responsável somente por elaborar documentações;</li> <li>• Não implantou o sistema de gestão ambiental;</li> <li>• Considera que as políticas do meio ambiente é um empecilho para o desenvolvimento da empresa;</li> <li>• A empresa não disponibiliza incentivos para funcionários em qualificação (faculdade, curso técnico, ensino médio...).</li> </ul>
<b>Econômicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não tem conhecimento sobre o custo mensal empregado em meio ambiente;</li> <li>• Avalia como dificuldade a implantação de processos mais limpos.</li> </ul>
<b>Financeiras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não possui planos para modernizar a indústria nos próximos 5 anos;</li> <li>• Não investiria em tecnologia mesmo com disponibilidade de capital financeiro, devido ao avanço do setor em paralelo aos outros produtos concorrentes do bloco cerâmico na construção civil.</li> </ul>

Fonte: autora (2019)

O estudo de Souza, Xara e Costa (2018) mostrou as principais barreiras que dificultam a implantação do programa Produção mais Limpa nas indústrias de cerâmica vermelha localizada em Caetité-Bahia, as quais foram divididas em conceituais, financeiras e organizacionais com base na Central Nacional de Tecnologia Limpa, assim como ocorre nesse estudo. As barreiras conceituais encontradas pelos autores são as interpretações incorretas do conceito de Produção mais Limpa e, também, a resistência à mudança por parte do gestor.

Nesta pesquisa, assim como na pesquisa de Souza, Xara e Costa (2018), os gestores e a indústria da cerâmica vermelha têm dificuldade em incorporar as mudanças solicitadas pelo sistema P+L.

Nos resultados financeiros são classificados como barreiras o alto risco econômico devido à natureza inovadora destes projetos, a falta de incentivos de crédito para investimentos em Produção mais Limpa e a percepção incorreta de que o investimento na ferramenta não constitui uma rentabilidade para o negócio (Souza, Xara e Costa, 2018).

O estudo de Da Silva, Méxas e Quelhas (2017) também corroboram com a barreira financeira e econômica dos estudos abordados anteriormente. Os autores apontam que a dificuldade na obtenção de créditos, juros altos dificultam a geração de recursos financeiros voltados para os investimentos em tecnologia limpa. Observam também em seus resultados que o gargalo do sistema tecnológico é colocado pela falta de conhecimento e capacidade das empresas nas iniciativas de inovação, que conspira novamente para não investirem em tecnologias limpas. Resultado este que está alinhado com o pesamento do gestor da cerâmica vermelha deste estudo, pois o gestor coloca como resposta a “dificuldade na implantação de processos mais limpos” e “não investiria em tecnologia mesmo com investimento”.

Silva, Fritsch e Da Silva (2019) também concordam com as informações que as principais barreiras encontradas em seus estudos foram as preocupações econômicas de curto prazo, a falta de informação e a atitude dos gerentes que impedem a visualização dos diversos benefícios econômicos, ocupacionais e ambientais do programa. No entanto mesmo o gerente da empresa, deste estudo, dizer que entende e conhece o programa, demonstrou dificuldade em aceitar as melhorias em relação ao lado econômico e ambiental quando respondeu que “não tem conhecimento sobre o custo mensal da empresa empregado em meio ambiente”.

Souza, Xara e Costa (2018) encontraram como entraves organizacionais a carência de líderes internos voltados para questões ambientais, a estrutura organizacional desajustada com sistema de informação deficitário; e pouca experiência e envolvimento dos funcionários em projetos da empresa. O que corrobora para a resposta obtida nesta pesquisa: “Considero os custos com licenciamento ambiental uma barreira ao desenvolvimento da indústria” e “a empresa não disponibiliza de incentivos para funcionários em qualificação (faculdade, curso técnico, ensino médio...)”.

Segundo Da Silva, Méxas e Quelhas (2017), as principais barreiras encontradas são provenientes dos restritivos institucionais/governo, econômicos, tecnológicos e socioambientais. As limitações provenientes do governo são referentes às próprias delimitações e instituições governamentais. Barreira também apontada pelo gestor entrevistado nesta pesquisa “considero que políticas do meio ambiente é um empecilho para o desenvolvimento da empresa”.

O mesmo define nos estudos de Echegaray (2014) que destaca a falta de exigência dos stakeholders e as barreiras institucionais, os quais contribuem para a defasagem da percepção da conservação ao meio ambiente.

E no fator sociocultural com relação aos treinamentos os impedimentos são relativos a toda a falta de introdução a tecnologias limpas. O próprio comportamento das pessoas e da sociedade com relação a esses parâmetros. Esse reflexo restringem gestores e operários, e sobre essa barreira citam com exemplo o medo das mudanças causadas pela modernização de processos e produtos. O que corrobora para a resposta da empresa em estudo em “não possuímos planos para modernizar a indústria para os próximos 5 anos”, “avalio como dificuldade a implantação de processos mais limpos” e “não investiria em tecnologia mesmo com investimento” sendo essas barreiras fatores econômicos e sociocultural Echegaray (2014).

### **3.4 ESTUDO DA ABRANGÊNCIA**

Considerando que o termo abrangência são os estabelecimentos das dimensões da atuação da P+L na empresa e é necessário definir se a empresa incluirá toda a empresa, iniciará em um setor crítico ou entre outros (CNTL, 2003).

Na pesquisa foi declarado que a melhor forma de atender ao requerimento de abrangência na empresa do setor da indústria de cerâmica vermelha seria por etapas, iniciando pelo treinamento da equipe e posteriormente com diagnóstico de cada setor envolvido na produção, com implantação progressivamente na ordem dos mais onerosos. Porém, deve ser levado também em consideração o setor onde fosse investido o mínimo possível, pois com os resultados a implantação iria gerando uma capilaridade, até atingir todos os processos listados no macrofluxo da produção na indústria da cerâmica vermelha.

Milan e Grazziotin (2012) na cerâmica vermelha, onde houve um

mapeamento na empresa para possíveis condições favoráveis à implantação do sistema P+L. Foi acordado entre a equipe de trabalho que devido ao porte pequeno da empresa poderiam englobar as medidas, abarcando todos os setores da empresa sendo elas: direção, produção, manutenção e processo.

Já para de Miranda, Franco e Loureiro (2018) na empresa de panificação, foi feito um recorte e estudo na empresa juntamente com os gestores resolvendo analisar somente nessa linha de produção devido ao produto ter maior peso na oferta e demanda assim definido a abrangência.

Para o estudo de Zampollo e Neder (2013) no setor de petróleo e gás a abrangência contribuiu nas discussões acerca de soluções conjuntas, discussões das possibilidades de ideias para o processo produtivo, estudo das dificuldades operacionais e organizacionais, induzindo e contribuindo para acervo de experiências.

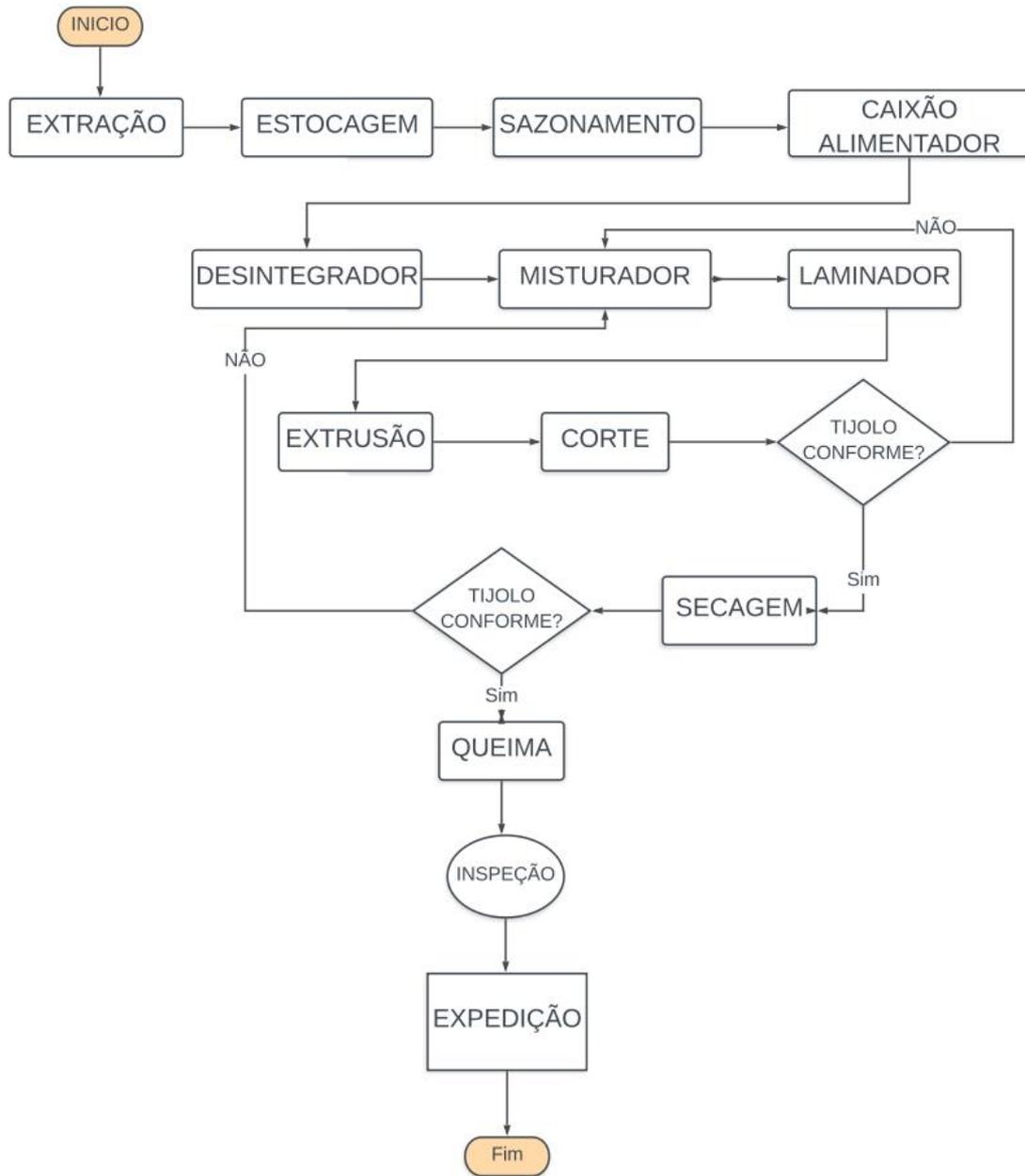
### **3.5 ANÁLISES DOS FLUXOS DO PROCESSO PRODUTIVO E FLUXO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.**

Para a análise do fluxograma do processo produtivo avaliaram-se as etapas que ocorrem de forma detalhada e permitem a visualização e a definição do fluxo qualitativo de matéria-prima, água e energia no processo produtivo, visualização da geração de resíduos durante o processo, agindo desta forma como uma ferramenta para obtenção de dados necessários para a formação de uma estratégia de minimização da geração de resíduos, efluentes e emissões (CNTL, 2003).

O entendimento do processo produtivo da cerâmica vermelha em estudo, foi elaborado dois de fluxogramas de processo (figura 4 e 5), sendo um para apresentar as diversas atividades de forma ampla e outro apresentando os processos e dividido em etapas que são: 1º etapa extração, transporte e estocagem; 2º etapa preparação da matéria - prima; 3º etapa moldagem; 4 ºetapa tratamento térmico e 5º etapa expedição.

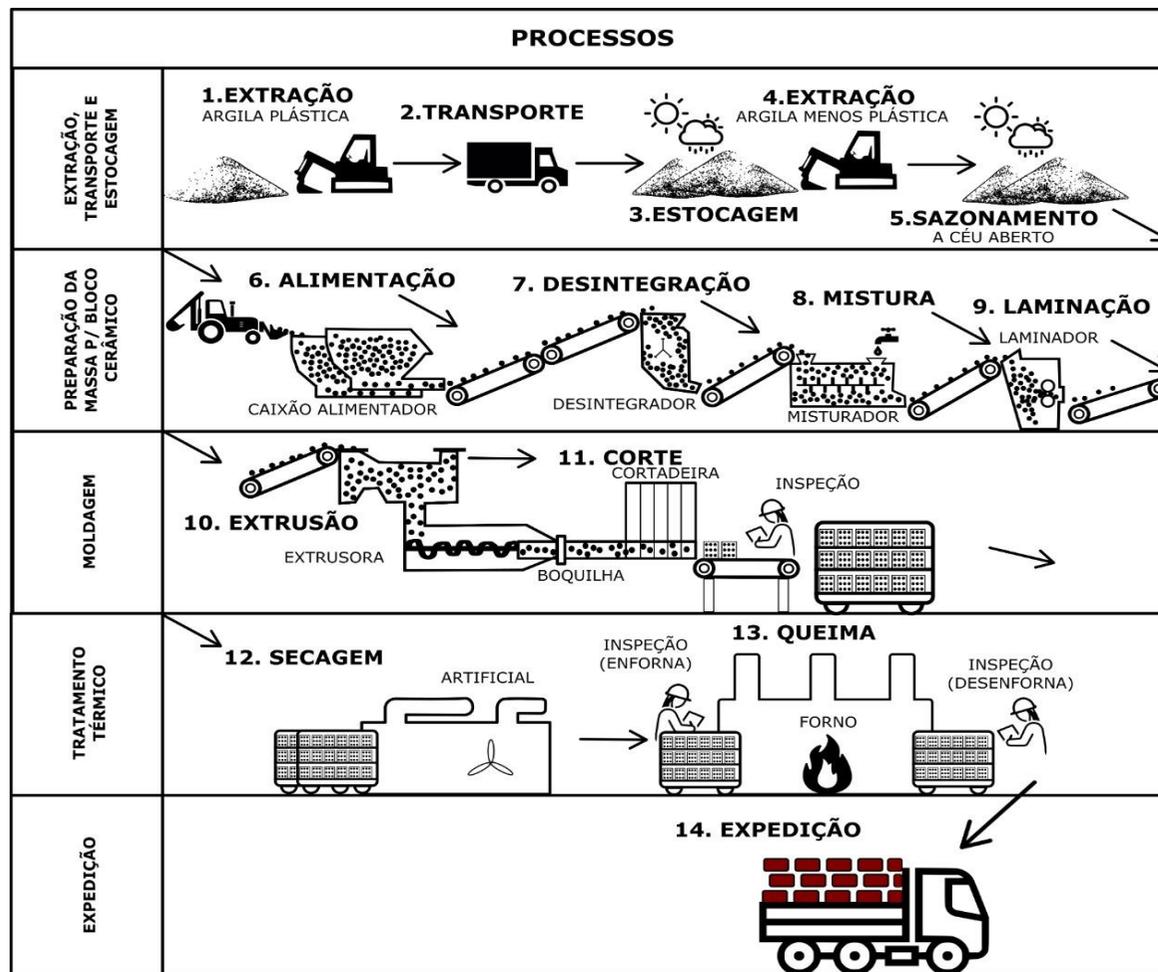
A partir dos dados obtidos nas visitas, checklist, entrevistas e observação direta foi feita uma análise das ações que prejudicam o fluxo do processo produtivo. Iniciou-se a elaboração do fluxogramados principais impactos ambientais gerados pela fabricação de produtos cerâmicos (figura 6) que permitiu a visualização e a definição do fluxo qualitativo de matéria-prima, água e energia elétrica. Esse fluxograma também contribuindo subsequentemente, para realização do diagnóstico ambiental e de processo.

Figura 4 - Fluxograma do processo produtivo de blocos cerâmicos na empresa do estudo de caso.



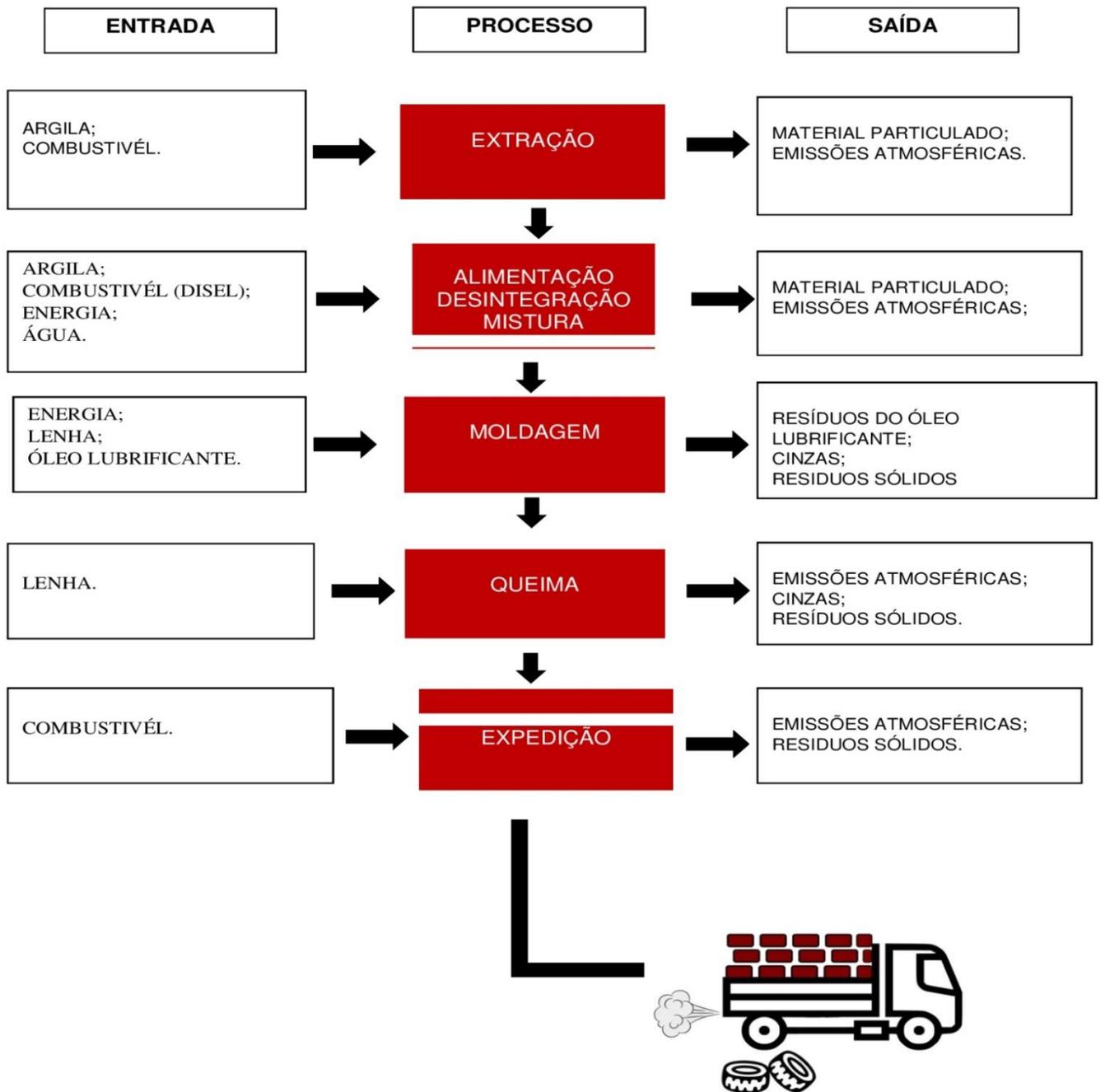
Fonte: autora (2019)

Figura 5 - Fluxograma do processo produtivo de blocos cerâmicos na empresa do estudo de caso



Fonte: Adaptado Da Silva, Da Silva (2017)

Figura 6 - Fluxograma dos principais impactos ambientais gerados pelo processo produtivo



Fonte: autora (2019)

Em relação às atribuições da cadeia do processo produtivo da cerâmica vermelha são de total responsabilidade do gerador, assim como aplicar as legislações ambientais vigentes, desempenhando uso da prevenção e minimização dos resíduos que são gerados, aperfeiçoando todo o processo (MACHADO JUNIOR e TORQUETTI, 2013).

Para Da Silva e Da Silva (2017), aponta-se que os desperdícios e resíduos gerados possam estar diretamente relacionados com escolhas de processos de produção imprudentes com a sustentabilidade.

A produção da cerâmica vermelha inicia-se com a extração da argila, seguida pela estocagem, alimentação, desintegração, homogeneização ou mistura da argila, laminação, extrusão, corte (para blocos de vedação e lajotas), secagem, queima e estocagem de produtos para expedição ou venda (SILVA et al., 2014). Além da argila, os processos utilizam como principais insumos: água, lenha, energia térmica e energia elétrica (OLIVEIRA, 2011).

Sendo assim, as etapas dos processos produtivos da cerâmica vermelha, bem como os insumos utilizados ao longo desses processos, são descritos a seguir, tendo como base os fluxogramas ilustrados nas figuras 5 e 6, e os levantamentos dos impactos ambientais no fluxograma apresentado na figura 7.

### *3.5.1 Extração, transporte e estocagem.*

A indústria estudada começa o processo de fabricação dos blocos cerâmicos pela etapa de extração da argila menos plástica. Essa extração acontece de forma mecanizada, através de uma escavadeira hidráulica, no pátio da empresa a céu aberto e por uma jazida própria.

A segunda argila com características mais plástica, ocorre em jazida externa, ou seja, é comprada de um fornecedor licenciado que faz o transporte e entrega até a área de estocagem na empresa. Os dois tipos de argilas são estocadas no mesmo local, a céu aberto e separadas em montes.

A principal matéria-prima da produção de cerâmica vermelha é a argila (Maciel e Freitas, 2013). Podem ser também classificadas devido a quantidade de colóides: as gordas são muito plásticas, devido à alumina perdem a característica no processo de cozimento. Já as argilas magras possuem excesso de sílica são

mais porosas e frágeis (SOUSA, 2013)

Segundo Paiva Filho et al. (2004), para corrigir as variações dessa matéria-prima, deve-se realizar misturas de diferentes argilas, garantindo a homogeneidade na fabricação de peças com características correspondentes.

Para Kuasoski, Doliveira e Silva, (2015) é possível minimizar os danos causados ao meio ambiente observando técnicas adequadas para extrair o mineral. Dessa forma, nesta etapa é necessária a análise eficiente da quantidade de matéria-prima que a jazida dispõe para extração. Pois se caso não forem avaliadas as consequências para o local da extração, poderá ocasionar, por meio da extração (exploração), danos ambientais (BARBOSA, DOS SANTOS e COSTA, 2016).

**Entradas e resíduos:** Nesta etapa, ocorre o consumo de argila e de energia com relação ao combustível (diesel) da escavadeira hidráulica. Onde, os resíduos são as emissões de gases gerados por esse veículo e material particulado, oriundos da extração da argila.

Segundo Duarte et al., (2018) devido à extração da matéria-prima manifestações de impactos engloba a mudança de relevo, o comprometimento do solo e o assoreamento de rios e o consumo de combustíveis fósseis e emissão de gases e particulados.

### *3.5.2 Mistura e sazonalidade*

Depois do processo de extração, transporte e estocagem as argilas menos plástica e mais plástica, separadas, passam pelo processo de sazonalidade por um determinado período de tempo.

O processo de sazonalidade para Oliveira (2011) compreende-se a forma como a argila é estocada, para que possa decompor os sais solúveis e partículas orgânicas presentes nela. Segundo Farias et al. (2012), o armazenamento da argila é feito por um longo período de tempo, ficando esse material a céu aberto, de forma a obter características adequadas para seu processamento seguinte. Esta forma de armazenamento é chamada de sazonalidade.

Na etapa de mistura, onde acontece o sazonalidade entre as argilas, a indústria cerâmica avaliada neste trabalho não executa esse processo. Nesta

empresa a mistura é feita somente depois do caixão alimentador. Que ocorre durante os processos produtivos das etapas a seguir.

Pois para Farias et al. (2012) o processo de mistura corresponde à manipulação da argila antes que a mesma seja encaminhada ao caixão alimentador. De modo que, nesse processo são misturados os dois tipos de argilas, a fraca (menos plástica) e a forte (plástica). O propósito é aperfeiçoar a plasticidade da argila mantendo a mistura homogênea, para tanto se adiciona água para umedecer e facilitar essa homogeneização.

**As entradas e resíduos:** Não foram encontradas entradas e saídas nessas etapas.

### *3.5.3 Preparação da massa para o bloco cerâmico*

Essa preparação consiste em alguns processos, como: alimentação, desintegração, mistura e laminação.

Compreende-se por alimentação, o transporte dos dois tipos de argila do pátio da empresa até os caixões alimentadores. Essa movimentação é feita por uma escavadeira hidráulica responsável por viabilizar a alimentação constante necessária ao processo. Sendo assim, devido a escolha da empresa estudada em não misturar as argilas antes do processo de produção, as argilas são dimensionadas em proporções ensaiadas pelo laboratório da empresa de acordo com o índice de plasticidade. Dessa forma, o abastecimento dos caixões alimentadores com suas respectivas argilas e proporções ideais são feitas.

Portanto, através de um mecanismo de abertura no final dos caixões, cuja função é controlar a quantidade de massa homogeneizada assegurando-lhe um fluxo constante e bem dosado a ser processado pelos maquinários subsequentes.

Logo em seguida, uma esteira leva essa massa para o desintegrador. Equipamento esse, com a função de triturar fragmentos de terra relativamente endurecidos provenientes da alimentação, executando uma pré-laminação, aumentando a homogeneidade da massa. Da Silva et al. (2014), define esse equipamento de aplicabilidade primária ou de proporcionar um material uniforme, menos espesso que inicia a fragmentação da argila.

Depois do desintegrador, a argila é transportada para o processo de

mistura pelo maquinário chamado misturador. A massa argilosa recebe uma quantidade de água para corrigir a umidade necessária para sua plastificação. Oliveira (2011) define o misturador como equipamento usado para correção da umidade da massa argilosa, misturando o material com água por meio de eixos giratórios horizontais equipados de pás ou faca.

A esteira movimenta essa massa para o laminador no processo de laminação. A argila pastosa é reduzida a lâminas finas, onde passa entre dois cilindros de aço que giram a velocidades diferentes, de modo que, uma homogeneização da massa argilosa seja obtida.

Segundo Vérdes (2011), o laminador é o aparelho que trabalha com dois cilindros paralelos que giram em direções contrárias tendendo ao mesmo centro, em velocidades diferentes. Na preparação da massa sua principal função é moer a argila obtendo melhor aglutinação do material.

Segue para o próximo processo denominado de moldagem.

**Entradas e resíduos:** Foram diagnosticados nesta etapa:

- A) Alimentação: a principal entrada são as argilas. E na questão de caráter ambiental diagnosticado, foram encontrados a poluição do ar por suspensão de material particulado devido ao transporte da argila ao caixão alimentador e emissão de CO<sub>2</sub>. Proveniente da atividade da escavadeira hidráulica. O que corrobora com os estudos de Maciel e Freitas (2013) que encontram os mesmo impactos como a suspensão de material particulado e as emissões de CO<sub>2</sub>.
- B) Desintegração: nessa fase como entrada, a energia proveniente do equipamento, e assim como resíduos, não foi encontrado no processo.
- C) Mistura: as principais entradas são energia e água. E não foram diagnosticados resíduos.
- D) Laminação: como entrada a energia e não foram encontrados resíduos.

#### *3.5.4 Moldagem*

Nessa etapa ocorrem a extrusão e o corte. Depois do laminador, a esteira movimenta a argila e a leva para a fase de extrusão. Nessa etapa a argila passa pela extrusora a vácuo, também conhecida por maromba, onde através de

pressão é compactada em uma matriz de aço chamada de boquilha. Assim sendo, é definida a largura, a altura e a espessura da peça. Desse modo, acontece a modelagem formando o bloco cerâmico.

Durante esse método de extrusão para mesa de corte, antes do cortador, a peça cerâmica apresenta uma identificação personalizada. Sendo esta identificação realizada através de um carimbo antiaderente de forma a agravar na parede superior do bloco informações como a identificação da empresa produtora, CNPJ e dimensões de fabricação.

Na extrusão é identificado problemas relacionados à variação dimensional dos produtos cerâmicos ou qualquer causa de não conformidade do produto.

Essa inspeção é feita por um operador de máquina que verifica a maquinário e o processo. Quando necessário são feitos ajustes regularmente por comandos manuais, em que se procuram níveis de eficiência próximos de limites aceitáveis determinados empiricamente (BRAGA, SANTO e SALES, 2016). O que corrobora com o estudo deste trabalho, como descrito no fluxo 5 e 6 onde dessa forma, o material volta para o processo na fase do misturador.

Depois da massa argilosa extrusada, o próximo procedimento é na mesa de rolar. Por uma cortadeira automática, formada por arames presos a um esquadro de metal. Os arames têm como função seccionar os produtos da empresa.

De modo automático, o corte é feito de acordo com as dimensões adequadas as peças da indústria em estudo, sobrando nesse processo rebarbas dos blocos. Contudo, essas rebarbas, também chamadas de resíduos, voltam para o processo na fase do misturador.

Destaca-se que o equipamento cortador executa em sincronia com o deslocamento da coluna extrusada, sendo este um processo que demanda certo cuidado em sua programação, para que sejam evitados cortes enviesado e massa sobressalente, bem como diferenças nos tamanhos das peças (OLIVEIRA, 2011). Pois, Posses (2013) salienta que as irregularidades nas dimensões dos blocos podem ser provenientes da deficiência na fase de corte.

Após o processo de corte das peças, com as dimensões devidas, as mesmas se movimentam pela mesa de rolagem, através de um processo automatizado são inseridas nas vagonetas. E então os produtos serem transportados para a secagem.

**Entradas e resíduos:** Na etapa de extrusão, as entradas são: a energia e os óleos lubrificantes utilizados nas manutenções das boquilhas. Em relação aos resíduos, são os derivados da massa moldada com deformações. A massa argilosa até a secagem, e antes da queima pode voltar ao processo produtivo, normalmente na etapa do misturador. O que corrobora com os estudos de Maciel e Freitas (2013), que identificam na etapa de extrusão resíduos com a massa cerâmica. Destacando que com o retrabalho da massa argilosa, as etapas aumentam o consumo de recursos como, energia elétrica, água, e argila que serão empregadas novamente ao processo.

Na etapa de corte temos a energia elétrica como entrada. Os resíduos, são as rebarbas das peças cortadas que voltam ao processo. Contudo, diferente da etapa de extrusão, que ocorre o retrabalho eventualmente, na fase de corte na empresa estudada, esse procedimento é constante. Para Moraes (2015), qualquer resíduo gerado, antes do produto passar pelo ciclo de queima, retorna ao processo, mediante ao acréscimo de água novamente.

### *3.5.5 Tratamento térmico*

O processamento térmico compreende as etapas de secagem e queima.

No processo de secagem, na indústria estudada, os blocos cerâmicos são transportados através de vagonetas para uma estufa, denominado de procedimento por secagem artificial.

A secagem artificial compreende na utilização de secadores em local fechado para acelerar a retirada de água das peças após a extrusão. O transporte deste material se dá através de vagonetas específicas. Geralmente, o processo de secagem é realizado por injeção de calor através de exaustores, que são retirados da área de resfriamento dos fornos ou fornalhas construídas para geração de calor (DA SILVA et al., 2014).

Para retirar a umidade são utilizados extratores de umidade posicionados de acordo com o projeto (DA SILVA, et al., 2014). O que corrobora com os resultados encontrados na etapa de secagem deste trabalho, onde o processo ocorre como descrito pelo autor.

Existem diversos tipos de secadores tecnológicos, os quais são alimentados por gás natural, por queima de lenha ou ainda pelo aproveitamento

do calor dos fornos (Corrêa e Vasconcelos, 2015).

A alimentação na empresa do estudo de caso, é à lenha. Esse abastecimento é mantido por um funcionário da empresa, cuja afunção é alimentar esses fornos, observando a temperatura de acordo com as instruções do gerente.

O processo de secagem requer cuidados para evitar a ocorrência de não-conformidades. Pois, nessa etapa quando as peças apresentam quebras, trincas ou empenamentos podem ter a massa cerâmica reaproveitada no processo, sendo de extrema importância a inspeção pelos funcionários (MARCO e GALVÃO, 2011). O que contribui para as os fluxos5 e 6 dessa pesquisa.

A queima é a última etapa do processo produtivo. Depois de passar por todos os processos descritos anteriormente, os produtos cerâmicos sofrem alterações e transformações fundamentais para que obtenha as características necessárias ao produto durante a queima dentro do forno. Segundo Holanda (2008), nessa etapa a temperatura média pode atingir de 800°C a 1000°C. Iniciando assim, alterações físicas, químicas e mineralógicas da matéria prima, transformando a argila em cerâmica.

O combustível usado na empresa estudada para o processo da queima é a lenha, oriunda da zona da mata. Essa alimentação do forno é feita por operadores que, em função do tempo de carga e descarga, o objetivo é regular o ciclo de aquecimento e queima. Com a meta de atingir o ponto final da sinterizaçãodos blocos, que possuem a duração em média de 36 horas.

Quanto ao tipo de forno instalado, na olaria em estudo é o forno contínuo do tipo Hoffman. Para Da Silva et al. (2014), o sistema de queima contínua utiliza fornos com estrutura habilitada a manter o fogo aceso sem interrupção.

O forno Hoffman, é um projeto alemão criado em 1850, contudo ainda muito utilizado em dias atuais com uma boa frequência pelas cerâmicas (FONTE, ano). O processo de sinterização nesse forno ocorre por câmaras, onde são colocadas as peças cerâmicas empilhadas de forma que favoreça o acesso de calor gerado (FONTE, ano). O combustível é inserido no processo pelo teto do forno em aberturas adaptadas, e deslocado através de processo de exaustão (F (Da Silva et al. 2014),).

Para Holanda e Saleiro (2012), o ciclo de queima e composição das matérias-primas são os principais fatores envolvidos no processo de produção de cerâmica vermelha. A sinterização é o método pelo qual a argila modifica seu

estado, adquirindo resistência à compressão e à umidade (FONTE, ano). Este procedimento ocorre em fornos específicos podendo ser realizada a queima, como informalmente é conhecida a sinterização, de forma contínua ou intermitente (FONTE, ano).

**Entradas e resíduos:** Na secagem são: entrada existe a lenha utilizada nos secadores artificiais, e os resíduos são as cinzas e os possíveis blocos não conformes que voltam ao processo. Para Silva e Silva (2017), constatou-se em seu estudo que 92,74% dos resíduos na produção são oriundos dos processos de extrusão, corte, secagem e queima.

Já na sinterização, como entrada destaca-se o consumo da lenha. E como resíduos a poluição do ar por meio das cinzas, gases liberados pela queima e os cacos cerâmicos conhecidos como chamote. O que corrobora com Da Silva et al. (2015), que através do seu estudo, encontram os mesmos resíduos na fase de queima, como as cinzas, emissões atmosféricas e resíduos sólidos provenientes de defeitos em peças acabadas.

### 3.5.6 Expedição

Após o término do processo de queima, os blocos são levados para o pátio da empresa e checados em relação à quantidade. Logo em seguida, realiza-se a inspeção visual dos produtos, que são classificados em conformes e não conformes.

As peças conformes seguem para o caminhão, para então, serem amarradas com fita de alta durabilidade e flexibilidade específica para este fim, e empilhadas em travessas de madeira até os clientes finais, que no caso da indústria em estudo é a construção civil. Seu descarregamento é feito por caminhão munck.

Já para o abastecimento de armazéns, o carregamento no caminhão é feito de modo a granel, ou seja, as peças são colocadas soltas e cobertas por uma lona envolvidas por cordas. Descarregado no local de venda manualmente, pelos funcionários.

Os blocos não conformes são empilhados podendo ser destinados para doações entre a população, aterramento ou descarte.

**Entradas e resíduos:** Nessa etapa, tem como entrada o combustível. Já os

resíduos são os gases provenientes da queima do combustível nos caminhões, e possíveis resíduos sólidos dos blocos cerâmicos quebrados durante o processo de carregamento e descarregamento dos veículos.

Maciel e Freitas (2013) corroboram que os principais resíduos encontrados nesta fase ficam residuados a produtos quebrados. Na empresa estudada pelos autores, estimou-se uma produção de resíduos em torno de 10%, sendo estes resíduos oriundos da queima, da estocagem dos blocos e da expedição. Considerando os impactos ambientais e econômico, provenientes do desperdício dos recursos de produção evidenciados nesta percentagem de perda.

Dos Santos et al. (2015) validam em seus estudos que uma representação dos setores, com a ferramenta fluxograma proporciona maior clareza dos pontos onde estão ocorrendo as falhas, garantindo maior eficiência quanto ao tratamento do problema. Ainda de acordo com os autores, esse resultado também indicou beneficiamento de tempo, indicando em qual setor está o gargalo na execução dos seus serviços.

Dessa forma, a ferramenta P+L evidencia os pontos em potencial de ganho direto junto ao fluxograma dos processos produtivos. Por intermédio do fluxograma criado pela ferramenta P+L é possível realizar a análise de como uma operação está sendo executada, e então detectar quais etapas desse processo, como matérias-primas, insumos e energia, estão sendo desperdiçados (PIMENTA e GOUVINHAS, 2012).

O mesmo afirma os autores Maciel e Freitas (2013), que por meio da metodologia P+L pode-se constatar os resíduos, efluentes e emissões provenientes do processo produtivo. Faz-se necessário o desenho de um fluxograma simples do processo de produção, pelo qual será possível identificar as etapas do processo produtivo e seus *inputs* e *outputs*.

Mediante a essas colaborações sendo possível a eficiência do fluxograma a seguir. O fluxograma de diagnóstico ambiental, por meio da avaliação de entradas e saídas de resíduos gerados na linha de produção.

### 3.6 REALIZAÇÃO DO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E DE PROCESSO

Segundo a CNTL (2003), após o levantamento do fluxograma do processo produtivo da empresa, o ecotime fará o levantamento dos dados quantitativos de produção e ambientais existentes:

- Quantificação de entradas (matérias-primas, água energia e outros insumos), com maior enfoque para água e energia, mas sem detalhar por etapa do fluxograma;
- Quantificação de saídas (resíduos, efluentes, emissões, subprodutos e produtos), mas sem detalhar por etapa do fluxograma;
- Dados da situação ambiental da empresa;
- Dados referentes à estocagem, armazenamento e acondicionamento.

A CNTL (2003) fornece um modelo de tabela (Tabela 1) para a quantificação de entradas (consumo de insumos) e saídas (resíduos sólidos e desperdícios), juntamente com os custos dentro do processo como mecanismo para a utilização da ferramenta P+L. Devido à empresa em estudo não adotar medidas P+L, não foi possível adquirir os dados necessários para o preenchimento da tabela 1. E assim, o estudo de implantação da ferramenta na empresa ficou comprometido no período pesquisado.

Tabela 1 - Modelo de diagnóstico ambiental.

TABELA DE MATERIAS- PRIMAS, INSUMOS E AUXILIARES.			TABELA DE RESIDUOS EFLUENTES E EMISSÕES.		
	QUANTIDADE	CUSTO		QUANTIDADE	CUSTO
MATERIAS-PRIMAS			SUBPRODUTOS		
ÁGUA			RESIDUS		
ENERGIA			EFLUENTES		
AUXILIARES			EMISSÕES		

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

Fonte: CNTL (2003)

Através de visitas, fotografias, observações diretas e *checklists*, foram coletados dados da situação ambiental da empresa em estudo. Para então, analisar as condições ambientais da empresa sobre as seguintes documentações: alvará de funcionamento, política nacional do gerenciamento adequado dos resíduos sólidos, licença de extração da argila e licença ambiental (Quadro 2). Coletando juntamente as informações sobre o armazenamento, estocagem e acondicionamento dos insumos e resíduos.

Quadro 2 – Diagnóstico ambiental e de processo - empresa em estudo

CARACTERÍSTICAS	RESPOSTAS DA EMPRESA EM ESTUDO
Alvará de funcionamento.	SIM
Licença ambiental.	SIM
Licença para extração da argila	SIM
Sistema de coleta seletiva	SIM
Separação dos resíduos contaminados	SIM
Exigência do órgão ambiental para o gerenciamento dos resíduos sólidos	SIM
Acompanhamento da disposição final dos resíduos sólidos	SIM
Conhecimento da PNRS	SIM

Fonte: autora (2019)

Segundo o proprietário da empresa em estudo, a mesma possui licença ambiental, licença de extração da argila e conhece os termos do Programa Nacional de Resíduos Sólidos, considerando que os documentos são de extrema importância para fins de funcionamento perante as leis vigentes.

De Sousa e De Souza (2017) em seu estudo, constatam que de acordo com a Política Nacional do Meio Ambiente, a legislação ambiental no setor de cerâmica exige documentação para liberar a instalação e operação da indústria e para a extração da argila, onde inclusive as normas de licenciamento ambiental deverão ser conhecidas e seguidas.

As empresas que funcionam sem a licença ambiental estão sujeitas às sanções previstas em lei, incluindo as punições relacionadas na Lei de Crimes Ambientais, instituída em 1998, tais como: advertências, multas, embargos, paralisação temporária ou definitiva das atividades (DE SOUSA E DE SOUZA,

2017).

Para o Licenciamento ambiental – extração de argila de acordo com a DN 74/04, o item A-03-02, a extração de argila para fabricação de cerâmica vermelha é passível de licenciamento, tendo como potencial poluidor médio e o porte varia de acordo com a produção bruta do empreendimento: Pequeno: produção bruta  $\leq$  12.000 t/ano; Médio: produção entre 12.000 e 50.000 t/ano e Grande: produção bruta  $>$  50.000 t/ano. (FIEMG e FEAM, 2013)

Com relação a estocagem, armazenamento e acondicionamento da gestão de resíduos sólidos e resíduos contaminados, durante o processo de produção da cerâmica vermelha, as empresas devem executar o gerenciamento conforme a discussão a seguir.

### *3.6.1 Armazenamento/acondicionamento: Óleo lubrificante e resíduos contaminados.*

No armazenamento temporário dos óleos lubrificantes, deve ser em locais abertos, sendo possível executar a inspeção visualmente. Precisam também atender as normas básicas de segurança, conforme a NBR 12.235 (ABNT, 1992).

Com relação aos resíduos perigosos é necessário armazená-los em local apropriado com cobertura, impermeabilização e bacia de contenção para eventuais vazamentos, caso aplicável

O óleo lubrificante utilizado na empresa de estudo é oriundo da manutenção dos maquinários do processo produtivo.

De Moraes (2015) destaca que os principais resíduos contaminados na cerâmica vermelha são oriundos a maioria da própria oficina do setor, sendo composto basicamente por: estopa, EPI's contaminados, correiras e óleo lubrificante. Esses materiais contaminados devem ficar em local isolado, sendo classificados como resíduos perigosos pois oferecem riscos à saúde e segurança dos trabalhadores e do meio ambiente

O armazenamento temporário de resíduos contaminados deve ser em local aberto e de fácil visualização, conforme determina a NBR 12.235 (ABNT, 1992).

### *3.6.2 Armazenamento/acondicionamento: Resíduos sólidos (recicláveis ou*

*reutilizáveis)*

Segundo a PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) são considerados resíduos sólidos os materiais, substâncias, objetos ou bens descartados nos estados sólido, semissólido ou líquido cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos da água.

Para Da Costa Cunha e De Siqueira (2013), a Gestão de Resíduos Sólidos é um conjunto de atitudes, comportamentos, procedimentos e propósitos, cujo tem como principal objetivo a eliminação dos impactos ambientais, associados à produção e à destinação do lixo.

De Moraes (2015) corrobora que todos os resíduos gerados devem ser classificados conforme a NBR 10.004 (ABNT, 2004), bem como identificada sua natureza e o grau de risco à saúde e segurança dos colaboradores e do meio ambiente. Sendo os resíduos armazenados em área com uso específico para tal fim, constituída de cobertura e piso impermeável, devidamente identificada, à espera de reciclagem/reutilização, tratamento ou disposição final adequada, desde que atenda às condições básicas de segurança.

O que corrobora para os resíduos sólidos observado em campo na empresa da pesquisa, onde existe um modelo de coleta seletiva em baias cobertas. Onde, essa coleta possui divisórias para os resíduos e com seus respectivos nomes, como: plástico, pneu, papel e metal. Conforme em destaque na figura 8.



Figura 7 - Baias de separação de resíduos sólidos na cerâmica vermelha em estudo.

Fonte: autora (2019)

### *3.6.3 Armazenamento/acondicionamento: cinzas*

Para De Moraes (2015) as cinzas não são classificadas como resíduos perigosos. Devem ser acondicionadas em sacos, armazenadas em pilhas e local identificado. Podendo encaminhar esses resíduos para produtores agrícolas com fins na reutilização de fertilizante no solo.

Gonçalves e Gomes (2014) corroboraram nesse sentido, ao apontar que algumas ações podem ser desenvolvidas para reverter o quadro de degradação de atividades impactantes nos processos da indústria de cerâmica vermelha, incluindo políticas públicas e projetos de recuperação florestal. Como, por exemplo, o armazenamento das cinzas realizado pela empresa em estudo, o qual é feito em local coberto, e a empresa a utiliza como fertilizante agrícola.

As cinzas e os chamotes são classificados pela norma ABNT NBR 10004/2004, como classe II B, que são classificados como inertes e não perigosos (Guia técnico ambiental da indústria de cerâmica vermelha, 2013).

Para Ferreira, Fageria e Didonet (2012) a utilização agrícola da cinza de biomassa mostra-se como uma alternativa ecológica. De forma a promover o aproveitamento do resíduo, além de devolver ao ambiente parte dos nutrientes extraídos pelas plantas e armazenados na biomassa, que fora retirada para queima.

### *3.6.4 Armazenamento/acondicionamento: Chamote*

Os resíduos provenientes da produção, como o chamote, são mantidos empilhados a céu aberto no pátio da empresa da pesquisa. Essas peças quebradas são destinadas para compactação do solo nas proximidades da olaria ou doações a população local (figura 9).

Figura 8 - Armazenamento dos resíduos de blocos cerâmicos da empresa do estudo de caso.



Fonte: autora (2019)

Nos estudos de Redivo (2011), os “cacos” cerâmicos de telhas e tijolos são utilizados para camadas estruturais de pavimento. Análises sobre o comportamento entre misturas de solo e resíduo de cerâmica vermelha são definidas, de forma que os resíduos sejam utilizados em rodovias e ruas com baixo volume de tráfego.

Assim como Da Costa Cunha e De Siqueira (2013), na cerâmica vermelha localizada em Timon/MA, os produtos avariados no processo de armazenamento ou que estejam sem condições de qualidade para venda, a comissão de responsabilidade socioambiental da empresa pode optar por doar para instituições beneficentes ou para associações de moradores.

### *3.6.5 Armazenamento/acondicionamento: Lenha*

Para o estudo De Sousa e De Souza (2017), na localidade de Paulistana-PI, a lenha é uma fonte de energia não muito indicada pelas normas ambientais. Visto que, contribui para o desmatamento da Caatinga além de liberar grande quantidade de gases poluentes na atmosfera como, exemplo o CO<sub>2</sub>.

Da Silva Nazário et al. (2018) destacam que na região do Seridó, os principais impactos negativos ambientais encontrados estão relacionados ao consumo de recursos naturais. Em destaque a argila, lenha e água, bem como a geração de resíduos.

Chen & Monahan (2010) evidenciam a importância de se estabelecer planejamento e controle enxuto dos fluxos de materiais, energia e água para

eliminar na fonte emissões e desperdícios no processo produtivo. O que corrobora com a importância da etapa da ferramenta P+L em diagnóstico ambiental e de processos.

Com base nessas análises deve-se definir a orientação a ser dada ao trabalho, os produtos ou etapas dos processos a serem priorizados. Assim definindo-se a etapa de seleção de foco da avaliação.

### **3.7 SELEÇÃO DO FOCO DA AVALIAÇÃO**

De posse das informações do diagnóstico ambiental e da planilha dos principais aspectos ambientais é selecionado, entre todas as atividades e operações da empresa, o foco de trabalho. Estas informações são analisadas considerando os regulamentos legais, a quantidade de resíduos gerados, a toxicidade dos resíduos e os custos envolvidos (CNTL, 2003).

Assim, frente aos resultados obtidos do diagnóstico ambiental e de processos, abordado no item 3.6, as oportunidades que foram vislumbradas nessa etapa poderiam apresentar uma possível coleta de dados mais apurada, uma vez que a empresa adquirisse ações P+L.

O foco de trabalho inicial, para uma possível implementação da P+L, foi, portanto, o gerenciamento adequado dos resíduos, insumos e matérias-primas.

Souto e Povinelli (2013) informam que para ocorrer o gerenciamento dos resíduos sólidos de forma adequada, é necessário conhecer primeiro: seus aspectos qualitativos, isto é, o tipo de resíduos que se deseja gerenciar; e, quantitativos, ou seja, a quantitativo que é gerada desse resíduo.

Segundo Venanz e Da Silva Moris (2013) na fase de seleção do foco da avaliação devem analisar e identificar as causas da geração de resíduos na empresa e os motivos dessa geração. Sendo também nessa fase, a visualização das possíveis soluções do problema estudado, como modificação do produto, processo, reciclagem, entre outros.

### **3.8 BALANÇO DE MATERIAIS E INDICADORES**

Na fase de balanço material são estabelecidos indicadores. Nessa fase também são identificadas as causas da geração de resíduos e é feita a identificação das opções de produção mais limpa. Cada fase desta etapa será

detalhada a seguir, conforme sugestão da CNTL (2003).

Esta fase inicia com o levantamento dos dados quantitativos mais detalhados das etapas do processo, priorizadas durante a atividade de seleção do foco da avaliação. Os itens avaliados são os mesmos da atividade de realização do diagnóstico ambiental e de processo, o que possibilita a comparação qualitativa entre os dados existentes, antes da implementação do Programa de Produção mais Limpa e aqueles levantados pelo Programa (CNTL, 2003), como:

- Análise quantitativa de entradas e saídas;
- Quantificação de entradas (matérias-primas, água, energia e outros insumos);
- Quantificação de saídas (resíduos, efluentes, emissões, subprodutos e produtos);
- Dados da situação ambiental da empresa;
- Dados referentes à estocagem, armazenamento e acondicionamento de entradas e saídas.

A identificação dos indicadores é fundamental para avaliar a eficiência da metodologia empregada, e acompanhar o desenvolvimento das medidas de Produção mais Limpa implantadas. Para isso, devem ser analisados os indicadores atuais da empresa e os indicadores estabelecidos durante a etapa de quantificação. Dessa forma, será possível comparar os mesmos com os indicadores determinados após a etapa de implementação das opções de Produção mais Limpa (CNTL, 2003).

Na fase proveniente da quantidade de insumos relacionadas à quantidade de resíduos gerados, houve dificuldades nas coletas dessas informações durante a pesquisa. A empresa estudada não possui as informações necessárias, pois não aplicam indicadores que mensurem os resíduos gerados.

Assim, como no estudo de Morais et al. (2013), obtiveram obstáculos em relacionar a quantidade de matérias-primas consumidas com os resíduos gerados. Pelo fato da indústria não possuir medidas que padronizassem o processo no que abrange a geração de resíduos. Os autores destacam ainda que essa situação manifesta a necessidade da empresa de implementar indicadores ambientais em paralelo a seus indicadores de processo e produto.

Com base em alguns dados observados na empresa de estudo, e em

outros processos, foi montado um quadro no modelo sugerido pela CNTL (2003), deixando em aberto os dados não obtidos (Quadro 3). Ressalta-se que a sugestão do foco da avaliação desse quadro, poderá ajudar na gestão dos resíduos, insumos e matéria-prima da empresa cerâmica.

Da cunha Fernandes et al. (2015) destacam a importância significativa de efluentes, resíduos e emissões na geração de custos para as empresas. Pois, são resultados de matéria-prima e insumos utilizados de forma ineficiente. É nesta perspectiva que os processos produtivos são repensados e surgindo uma nova abordagem focada em medidas preventivas como a Produção Mais Limpa (P+L) ou Prevenção à Poluição (P2), Ecodesign, Ecoeficiência, entre outras.

Werner, Bacarji e Hall (2011) corroboram que na elaboração do balanço ambiental, econômico e tecnológico do processo produtivo, podem ser diagnosticados oportunidades e problemas para elaboração de melhorias. Oportunidades que podem estar relacionadas a vários fatores, entre eles o de saúde ocupacional, segurança do trabalho, ambientais e problemas tecnológicos.

ENTRADAS			PROCESSO PRODUTIVO	SAÍDAS		
Materia-prima, insumos e auxiliares	Água	Energia	Etapas	Resíduos sólidos	Efluente líquido	Emissões atmosféricas
Argila; combustível	Não	Óleo diesel ou gasoline (L)	Extração	Não	Não	Emissões (kg)
Argila; combustível	Sim (m <sup>3</sup> )	Energia (kWh)	Preparação da massa p/ bloco cerâmico	Não	Não	Material particulado (ppm)
Lenha; óleo lubrificante	Não	Energia (kWh)	Moldagem	Não	Não	Não
Lenha	Não	Lenha (m <sup>3</sup> )	Tratamento térmico	Cinzas Chamote (m <sup>3</sup> )	Não	Emissões (kg)
Combustível	Não	Óleo diesel ou gasoline (L)	Expedição	Chamote (m <sup>3</sup> )	Não	Emissões (kg)

Quadro 3 - Modelo da situação ambiental e quantitativa de entrada e saída da empresa do estudo de caso.

Fonte: autora (2019)

### 3.9 CAUSAS DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS

Com os dados levantados no balanço material (quantificação) são avaliadas as causas de geração dos resíduos na empresa pelo Ecotime (CNTL, 2003).

Como não foi possível a obtenção dos dados quantitativos no item balanço de material, não serão discutidos os dados da empresa nessa etapa.

Para Souza et al. (2018), nos resultados obtidos na cerâmica vermelha na região Cariri cearense, onde o local é responsável pela produção de um valor médio de 6.716.395 de milheiros/ano, possui uma geração de resíduos da cerâmica vermelha equivalente a uma média de 98,8 ton/ano. Considerando o peso médio de 2 toneladas por milheiro, encontra-se o maior índice de perdas nas etapas de moldagem, pós queima e carregamento. Segundo Alves (2017), na fase de moldagem é perdido em média de 6,5% do total de peças, já na etapa de pós queima o percentual é de 4,79.

Segundo Silva e Silva (2014), os resultados mostraram que os maiores desperdícios de insumos se concentraram nos processos de extrusão, corte, secagem e queima. Os três primeiros somaram um desperdício de água de 39,88%. Os dois últimos juntos desperdiçaram 76,23% de energia elétrica. E a queima foi responsável por 30,15% do desperdício de argila

Para Da Silva e Da Silva (2017), o desperdício e a geração de resíduos na cerâmica vermelha são provenientes da produção e processos produtivos ineficazes, causando impactos no lado social e ambiental. Os autores ainda reforçam que através de revisões bibliográficas constata-se que medidas da ferramenta produção mais limpa, podem atuar prevenindo ou reduzindo desperdícios e geração de resíduos nocivos ao meio ambiente, durante o processo de produção, ainda dentro do ciclo, antes mesmo da finalização da implementação da ferramenta.

Da Costa e Do Vale (2018), evidenciaram que para cada estratégia de gestão de resíduos por etapa que seja implantada, são necessários estudos de viabilidade técnica e econômica. Pois assim, cada empresa poderá adotar critérios de inserção de acordo com sua necessidade, porte físico-econômico e realidade regional.

### **3.10 IDENTIFICAÇÃO DAS OPÇÕES DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA**

Com base nas causas de geração de resíduos já descritas, são possíveis modificações em vários níveis de atuação e aplicações de estratégias visando ações de Produção mais Limpa (CNTL, 2003).

Na empresa em estudo observou-se, juntamente com o encarregado geral da empresa, e visitas ao local, as possíveis melhorias no setor, abrangendo como um todo. Para em seguida, com essa listagem, selecionar as possibilidades existentes mediante a realidade, necessidade e apoio da alta direção. Tais como:

- Sensibilizar os funcionários responsáveis pelo processo de produção;
- Reutilizar chamotes, oriundos da cerâmica para possíveis fins;
- Melhoria nas etapas dos processos, em relação as mudanças de layout para redução de impactos ambientais e custo.

Com o propósito da verificação de oportunidades para aplicação das melhorias na empresa da indústria da cerâmica vermelha de Santa Catarina- RS, Sarquis et al. (2018) realizaram um levantamento com base nas expectativas da comunidade e de clientes/usuário. Os resultados indicaram a possibilidade de investir na gestão ambiental, como sugestões na redução de dejetos lançados nos rios, o uso de gás natural como energia térmica e o desenvolvimento de produtos ecológicos.

Diante disso, Loureiro et al. (2018) identificaram possíveis oportunidades que integram desde a modificação no produto, a boas práticas operacionais. Destacando aquelas que, na sua implementação, refletiria na diminuição de desperdícios e, conseqüentemente, menores custos com a utilização da principal matéria prima do setor da cerâmica vermelha, a argila.

### **3.11 AVALIAÇÃO TÉCNICA, AMBIENTAL E ECONÔMICA**

A primeira atividade da Etapa 4 da CNTL (2003) é a avaliação técnica, ambiental e econômica das opções de Produção mais Limpa levantadas, sempre visando o aproveitamento eficiente das matérias-primas, água, energia e outros

insumos, através da não geração, minimização, reciclagem interna e externa, conforme visto anteriormente (CNTL, 2003)

### *3.11.1 Avaliação técnica*

Conforme a CNTL (2003), destaca que é importante considerar:

- Impacto da medida proposta sobre o processo, produtividade, segurança, etc.;
- Testes de laboratório ou ensaios quando a opção estiver mudando significativamente o processo existente;
- Experiências de outras companhias com a opção que está sendo estudada;
- Todos os funcionários e departamentos atingidos pela implementação das opções;
- Necessidades de mudanças de pessoal, operações adicionais e pessoal de manutenção, além do treinamento adicional dos técnicos e de outras pessoas envolvidas.

Para Boente et al. (2015) o estudo da viabilidade técnica é primordial, pois é nesse estudo que se obtém conhecimento sobre os recursos e competências necessárias para o desenvolvimento da empresa estudada. Além de evitar gastos desnecessários caso o projeto não possa ser desenvolvido com as atuais restrições da equipe.

Pimenta e Gouvinhas (2012) analisaram, em seu estudo, os aspectos ambientais dos setores efetivamente geradores de desperdícios. Sendo assim, com base em uma avaliação técnica e financeira evidenciaram elementos favoráveis à incorporação da variável ambiental no seu processo de gestão corporativa.

Silva, Moraes e Machado (2015) realizaram o estudo das etapas de viabilidade técnica, econômica e ambiental. Na avaliação técnica, os principais aspectos analisados foram os impactos sobre o processo e a real possibilidade de implantação.

### 3.11.2 Avaliação ambiental

Para a CNTL (2003) a avaliação ambiental deve ser feita com:

- A quantidade de resíduos, efluentes e emissões que será reduzida;
- A qualidade dos resíduos, efluentes e emissões que tenham sido eliminados – verificar se estes contêm menos substâncias tóxicas e componentes reutilizáveis;
- A redução na utilização de recursos naturais.

Silva, Moraes e Machado (2015) no estudo sobre a proposta de produção mais limpa voltada às práticas de ecodesign e logística reversa, na etapa de viabilidade ambiental, determinaram os impactos negativos e positivos para o meio ambiente. Sendo assim, a partir dessa avaliação e análises dos resultados, as oportunidades viáveis foram implantadas.

Beserra e Elias (2010) em seus estudos, podem ser verificado as vantagens de uma implantação da produção mais limpa na avaliação da diminuição dos riscos ambientais. Salienta pelos autores, que foi possível observar uma significativa redução na emissão dos resíduos sólidos, de emissões atmosféricas entre outras reduções de resíduos e consumo referente ao processo, destacando-se os benefícios ambientais provenientes dessa viabilidade.

### 3.11.3 Avaliação econômica

De acordo com a CNTL (2003), na avaliação econômica é importante considerar:

- Os investimentos necessários;
- Os custos operacionais e receitas do processo existente;
- Os custos operacionais e receitas projetadas das ações a serem implantadas;
- A economia da empresa com a redução/eliminação de multas.

Como não foram determinados os pontos de melhoria, e a pesquisa não está focada na implantação, ficou inviável avaliar a parte economia.

Segundo Ben e Schneider (2008), no estudo sobre práticas de produção

mais limpa no ambiente industrial, destacaram que o crescimento no interesse com a conservação ambiental é fundamental em estudos voltados para a face econômica, que manifeste o benefício-custo das ações praticadas. Ou seja, confrontar custos operacionais associado aos benefícios ambientais.

Para Leite e Pimenta (2011), a avaliação econômica teve como variável custo do desperdício oriundo às variáveis ambientais da empresa, ao investimento necessário para as implementações, aos benefícios econômicos gerados pela implantação e análise de *payback*.

No estudo de Massote e Santi (2011), na empresa Mod Line Soluções Corporativas Ltda, foram executadas análises econômicas para a situação da indústria da pesquisa. As quais apontaram a obtenção de lucro, a partir da instalação de qualquer um dos equipamentos sugeridos.

Segundo os autores, como resultado, foi obtido no estudo de viabilidade econômica um investimento total de R\$ 23.000,00. Utilizando-se da ferramenta Windows Excel, suas variáveis compõem-se do Período de Recuperação do Capital com os métodos de análise econômicos do Valor Presente Líquido (VPL) e da Taxa Interna de Retorno (TIR). Os autores ressaltam a satisfação da alta direção no sucesso da metodologia Produção mais Limpa, que resultou em vantagens com benefícios econômicos e ambientais instalados na empresa.

### **3.12 SELEÇÃO DE OPORTUNIDADES VIAVÉIS**

Os resultados encontrados durante a atividade de avaliação técnica, ambiental e econômica possibilitarão a seleção das medidas viáveis de acordo com os critérios estabelecidos pelo Ecotime (CNTL, 2003).

Segundo Pimenta e Gouvinhas (2012), depois da análises ambiental e financeira da empresa do estudo, fizeram as sugestões das oportunidades viáveis. Portanto, os autores constatam que o sucesso dos casos implementados foram devido à simplicidade das oportunidades, que trouxeram resultados expressivos para empresa. Assim, motivando o empresário a cobrar atitudes por parte do Ecotime e funcionários na continuidade e melhoria das ações.

Werner, Barcarji e Hall (2011) ressaltam que nessa fase, com os dados

coletados, é possível a identificação de oportunidades para aplicar a metodologia de Produção Mais Limpa. Assim solucionar os problemas diagnosticados, tais como: possíveis desperdícios de materiais, procedimentos operacionais inadequados, entre outros.

### **3.13 PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO E MONITORAMENTO**

Após a seleção das opções de Produção mais Limpa viáveis será traçada a estratégia para implementação das mesmas. Nesta etapa a CNTL (2003) ressalta que é importante considerar:

- As especificações técnicas detalhadas;
- O plano adequado para reduzir tempo de instalação;
- Os itens de dispêndio para evitar ultrapassar o orçamento previsto;
- A instalação cuidadosa de equipamentos;
- A realização do controle adequado sobre a instalação;
- A preparação da equipe e a instalação para o início de operação.

Vendrametto et al. (2010) em estudo realizado, perceberam que a produção mais limpa é uma ferramenta simples de implementar e monitorar, onde muitas vezes pequenas ações geram grandes resultados.

Para Drehmer e Fritsch (2018) na fase de monitoramento das atividades foram contempladas algumas diretrizes básicas essenciais à mudança de processo. Tais como, análise de fornecedores e equipamentos necessários, obtenção de recursos financeiros para compra e manutenção de equipamentos, capacitação de funcionários, entre outros.

Segundo Rodrigues (2014), na implementação da produção mais limpa precisa de monitoramento, que deve ser realizado a partir de indicadores ambientais. Cujo esses indicadores podem demonstrar efeitos satisfatórios para as instituições na utilização dos recursos com eco eficiência.

Para Dozol (2002) em seu estudo, a etapa de implementação considera todos os dados levantados como: balanço de massa, análise de pressões externas, capacidade resolutiva dos problemas, análise de viabilidade econômica e possibilidades de ganhos ambientais e econômicos.

Da Silva, Fritsch e Da Silva (2019) destacam que a implementação da P+L em 1998 possibilitou resultados na contenção de custos na empresa, interagindo na eficiência dos processos e percorreram toda a organização. Demonstrando ainda, as vantagens econômicas e a redução dos riscos ambientais que a empresa poderia ter ao adotar uma postura proativa em relação ao meio ambiente.

### **3.14 PLANO DE CONTINUIDADE**

Nessa fase da produção mais limpa, a CNTL (2003) sugere que existam condições para que o programa tenha sua continuidade assegurada. Isso é possível através da aplicação da metodologia de trabalho e da criação de ferramentas que possibilitem a manutenção da cultura estabelecida, bem como sua evolução em conjunto com as atividades futuras da empresa.

Medeiro et al. (2007) compreendem como a capacidade em conduzir processos de melhoria contínua, sendo algo nem sempre ligado aos trabalhadores das empresas. Assim, se faz necessário desenvolver capacitações específicas para assegurar o melhoramento contínuo. Em seus estudos os autores ressaltam ainda que a aplicação do Programa P+L precisa, periodicamente, ser revisada. No qual essa revisão tem como verificar, se os objetivos e as ações propostas foram realizados.

Em seu estudo, Beserra e Felipe (2010) na fase do plano continuidade destacaram a importância de criar condições para que o programa tenha continuidade assegurada. A qual deve ser oriunda da aplicação da metodologia do trabalho e da criação de ferramentas que possibilitem a manutenção da cultura estabelecida, acompanhando a evolução das atividades futuras da empresa.

Nos estudos de Milan e Grazziotin (2012), em uma empresa de fabricação de peças e moldes em plástico reforçado com fibra de vidro, na fase de plano de continuidade da produção mais limpa, foi definido o cronograma de atividades, sendo assim juntamente com o apoio da direção, as quais estabeleceram metas para a modificação sugerida durante o processo de implantação P+L.

### **3.15 MANUAL DE IMPLEMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA INDÚSTRIA DA CERÂMICA VERMELHA.**

O Manual da implementação da Produção mais Limpa na cerâmica vermelha, contém o escopo da CNTL (2003) e as considerações sobre o estudo da ferramenta produção mais limpa na cerâmica vermelha. Segue em apêndice 1 desse projeto.

Chinelato Filho (1999) define que o manual possui caráter esclarecedor, que reúne normas, diretrizes e sistemáticas operacionais e, em alguns casos, identifica a forma de execução de uma atividade. Segundo Prevé (2013), manuais formam universos distintos, mas tem como objetivo maior, esclarecer as dúvidas e auxiliar nos procedimentos. Prevé (2013) caracteriza alguns manuais, os quais são:

- Manual de organização: Define deveres e responsabilidades com relação aos cargos e funções. Reference a à descentralização/centralização, à departamentalização, a sistemas de comunicação, à especialização de trabalho entre outros fatores que atuam na área da estrutura organizacional.
- Manual de políticas ou de diretrizes: Compõe-se de orientações voltadas para determinados níveis de decisão de uma empresa. Tendo como fundamento sugerir novas políticas e diretrizes.
- Manual de processos administrativos: Abragem leis, normas disciplinares, normas técnicas, éticas e morais, além de normas de funcionamento. Para avaliar o desempenho proposto nesse manual, salienta-se descrever funções e cargos que irão acompanhar a validadaçãõ do desempenho.
- Manual de formulários: Conhecido assim por suas caraterísticas de dispor copias atualizadas de todos os formularios de especificaçãõ tecnica, assim como:tamanho, gramatura, número de vias, entre outros.
- Manual de normas: Oferece um conjunto de instruções, que orientam os procedimentos referentes a rotina, com suporte de fluxos que desmontram rotinas a serem cumpridas por pessoas integrantes de um contexto

organizacional. Deve ser um manual atualizado, e se manter de forma clara e objetiva.

O autor ainda ressalta que apesar da variedade de manuais as partes sequenciadas tem caráter idêntico, como: Introdução/apresentação, sumário ou índice numérico, instruções para uso e atualização, conteúdo, anexos e referência.

D'Ascensão (2007) sugere que depois da definição dos indicadores para execução da elaboração de um manual, deve-se respeitar algumas condições, tais como: Ter conhecimento dos fundamentos para realização do instrumento, assim como, na área de Organização, Sistema e Método (OSM). Ainda, precisa também conhecer a empresa como relação as suas unidades de atuação, em especial na elaboração de manuais do tipo específico, ter o planejamento e cumprir prazos por etapa, descrever de forma clara e simples. Assim como, aplicar teste antes da sua implantação com a intenção de certificar confiabilidade a fonte.

Araújo (2006) destaca que a manualização, deve permitir uma reunião de referências sistematizadas e criteriosamente segmentadas, pois sua intenção é de ser um instrumento facilitador ao funcionamento de uma empresa. Propõe ainda, que o manual se trata de algo aplicável e não somente aos cuidados com a sua estruturação.

## **CAPITULO IV**

### **4 CONCLUSÃO**

Com metodologia da produção mais limpa pela CNTL (2003) foi possível verificar junto a ferramenta que é possível alcançar resultados positivos. Apesar de ainda não ser uma prática adotada pela indústria de cerâmica vermelha do estudo de caso, a empresa mostrou-se apta a implementar o instrumento da P+L.

Através dos levantamentos de dados da pesquisa realizada, foi possível analisar que algumas propostas de melhoria foram encontradas com adoção da ferramenta. Constando e compatibilizando alguns dados referentes a situação da empresa. Com essas informações obtidas detectamos que a organização contempla (alguns) os subitens sugeridos pela CNTL, contudo, constata-se que alguns dados que não puderam ser coletados, foram devidos a necessidade da melhoria da eficiência perante a gestão da produção mais limpa.

Para a empresa em estudo traçou como melhorias, a relação da organização atestar, conhecer e poder futuramente aperfeiçoar os pontos estudados na pesquisa, como: gerenciamento de resíduos, balanço de materiais, criação de equipes de funcionários para melhorias e implementação da ferramenta, entre outros. Diante disso, ao adequasse aos pontos da ferramenta, estará possivelmente melhorando seus processos e produtos, oriundo da ferramenta produção mais limpa.

Nessa perspectiva, o manual específico para cerâmica vermelha proposto, buscou descrever de forma clara e de fácil compreensão ações alternativas para ocasionar benefícios ambientais, sociais e econômicos. Desenvolvendo orientações teóricas para empresas e seus colaboradores e demais interessados.

Sendo possível auxiliar na elevação da produtividade da empresa, a tornando a indústria da cerâmica vermelha mais eficiente com o uso da ferramenta produção mais limpa. Embora, não tenha sido aplicado, na bibliografia brasileira pesquisada, foi o único manual direcionado para o setor da cerâmica vermelha. Contudo, as indústrias ceramistas devem trabalhar de forma participativa, envolvendo os funcionários, parceiros e a comunidade do entorno.

## REFERÊNCIA

\_\_\_\_\_.NBR 10004: Resíduos sólidos – classificação.Rio de Janeiro, 2004

\_\_\_\_\_.NBR 12.235: Armazenamento de resíduos perigosos – classificação.Rio de Janeiro, 1992.

Associação Clay Brick da África Austral e Swisscontact, 2017

Associação Nacional da Indústria Cerâmica – (ANICER) RELATORIO ANUAL, 2016

ALENCAR-LINARD Z. U. S.; SAEED-KHAN, A.; LIMA, P. V. P. **Percepções dos impactos ambientais da indústria de cerâmica no município de Crato estado do Ceará**, Brasil. *Economía, Sociedad y Territorio*, v. 15, n. 48, p. 397-423, 2015.

ALVES, A.; NASCIMENTO, L. Green supply chain management: protagonista ou coadjuvante no cenário brasileiro. **Anais do XVI SIMPOI. São Paulo**, 2013.

ALVES, Sara Nasário Tenório; FERREIRA, Rafael Lopes. A minimização dos impactos ambientais relacionada ao bom funcionamento de um sistema de gestão ambiental comprovado pelo processo de auditoria ambiental. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 6, n. 4, 2017

ALMEIDA, E. P. et al. **Redução do desperdício de lenha e matéria-prima aplicando a metodologia de produção mais limpa no setor de cerâmica vermelha na região do Seridó**. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 2. 2009.

AMORIM<sup>1</sup>, Felipe Silva et al. **Impactos ambientais gerados no processo de produção de cerâmicas no extremo sul do Piauí**. 2017.

ANACLETO, C., BEUREN, F. H., LOHN, V. M., de Souza Campos, L. M., & MIGUEL, P. A. C. (2012). **Ecoeficiência e Produção Mais Limpa: Uma análise das publicações em quatro periódicos brasileiros da Engenharia de**

**Produção.** *Sistemas & Gestão*, 7(3), 476-489.

ANDRADE, Elton Monteiro; ANDRADE, Franciele Costa; SANTOS, Jorge Marcio. Produção mais limpa e ecoeficiência como ferramenta do engenheiro. **Anais do VIII SIMPROD**, 2016.

ARAUJO, Luis César Gonçalves de. **Organização e métodos**. São Paulo: Atlas, Vols. I e II, 2006.

BASTOS, Simone de Sá; BROCHADO, Marina Rodrigues. Technological appropriation model: the red brick industry case. **Gestão & Produção**, v. 16, n. 4, p. 544-555, 2009.

BASAPPAJI, K. M.; NAGESHA, N. Assessment of cleaner production level in agro based industries—a fuzzy logic approach. *Energy Procedia*, 2014, 54: 127-134.  
BURRITT, Roger Leonard, et al. **Difusão da contabilidade ambiental pela produção mais limpa: evidências de alguns estudos de caso.** *Journal of Cleaner Production*, 2019, 224: 479-491.

BESERRA F. R.; ELEAS, S. J. B. **Implantação da produção mais limpa em uma indústria de beneficiamento de couro de grande porte: estudo de caso.** XXX encontro nacional de engenharia de produção. Enegep, 2010

BEN, Fernando; SCHNEIDER, Vania Elisabete. Análise de benefício-custo em práticas de produção mais limpa em uma empresa da cadeia moveleira do Brasil. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC**. 2008.

BOENTE, Alfredo Nazareno Pereira. **Avaliação da Viabilidade Técnica e da Viabilidade Econômica para Implantação da Empresa Junior das Faculdades de Educação Tecnológica do Estado do Rio de Janeiro** – Unidade Duque de Caxias.

BRAGA, W. A., SANTOS, M. W. L. C., SALES, J. C. **Qualidade na indústria de cerâmica vermelha: medidas e alternativas para o controle dimensional.** *Cerâmica Industrial*, v. 20, n. 5/6, 40-43, 2016

BRASIL . **Setor de transformação de não metálicos.** Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral-SGM. Ministério de Minas e Energia. Brasília-DF ,2014

BHUPENDRA, V. K., Sangle, S. 2016. **Strategy to derive benefits of radical cleaner production, products and technologies: a study of Indian firms.** *Journal of Cleaner Production*. 126(6), 236-247.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS- CNTL. **Manual: Metodologia de Implantação do Programa de Produção Mais Limpa.** Porto Alegre, 2003

CNI, 2012 Confederação Nacional da Indústria. **A Indústria Brasileira no Caminho da Sustentabilidade** / Confederação Nacional da Indústria. – Brasília : CNI, 2012

CHEN, Chialin; MONAHAN, George E. Environmental safety stock: The impacts of regulatory and voluntary control policies on production planning, inventory control, and environmental performance. **European Journal of Operational Research**, v. 207, n. 3, p. 1280-1292, 2010.

CHIAVANATO. **Introdução à Teoria Geral da Administração**. Barueri. Manole, 2014. p.277-309

CHINELATO FILHO, João. **O&M integrado à informática**. Rio de Janeiro: LTC, 1999

CORRÊA, TPA; VASCONCELOS, A. M. **Análise da Capacidade do Processo de Secagem em uma Cerâmica Vermelha**. Cerâmica Industrial, v. 20, p. 05, 2015.  
CURY, A. Organização e métodos: uma visão holística. São Paulo: Atlas S.A, 2012

DA COSTA CUNHA, Livia Cristhina; DE SIQUEIRA, Rodrigo Anderson Cantuário. **Gestão de Qualidade de Resíduos Sólidos em uma Cerâmica em Timon-MA**. IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Salvador/BA, 2013.

D'AGOSTINI, Marina et al. Relationship between sustainable operations practices and performance: a meta-analysis. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 66, n. 8, p. 1020-1042, 2017.

D'ASCENÇÃO, Luis Carlos. M. **Organização, sistemas e métodos**. São Paulo: Atlas, 2007.

DA CUNHA FERNANDES, Andréa Sousa et al. **Um estudo da produção mais limpa na gestão ambiental**. Revista Augustus, v. 20, n. 39, p. 52-64, 2015.

DA COSTA, Marcia Severino; DO VALE JÚNIOR, José Frutuoso. ESTRATÉGIAS DE DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA NA CIDADE DE BOA VISTA/RR. **Revista Técnico-Científica**, n. 14, 2018.

DADDI, Tiberio et al. Transferring the integrated pollution prevention and control (IPPC) approach and best available techniques (BAT) concepts to Egypt, Tunisia and Morocco. **Sustainability**, v. 5, n. 7, p. 2944-2959, 2013.

DA SILVA, Arthur William Pereira et al. Análise das políticas de sustentabilidade e responsabilidade social como diferencial competitivo para as empresas. **O Eco da Graduação**, v. 3, n. 1, p. 91, 2018.

DA SILVA, Cicera Diedja Cordeiro e Barros, Viana Janaina. IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS NA INDÚSTRIA DA CERÂMICA VERMELHA., **Revista Diálogos**, nº 12, p. 203-217, 2014

DA SILVA, Letícia; FRITSCH, Raquel Lorenzoni Camera; DA SILVA, Valeska Martins. Metodologia De Produção Mais Limpa (P+L): Abordagem conceitual e casos. **CIÊNCIA & TECNOLOGIA**, v. 2, n. 2, p. 49-56, 2019.

DA SILVA NAZÁRIO<sup>1</sup>, Lanna Celly et al. PANORAMA DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA E OS IMPACTOS AMBIENTAIS NA REGIÃO DO SERIDÓ., 2018

DA SILVA, André Cantareli; MÉXAS, Mirian Picinini; QUELHAS, Osvaldo Luiz Gonçalves. Restrictive factors in implementation of clean technologies in red ceramic industries. **Journal of cleaner production**, v. 168, p. 441-451, 2017.

DA SILVA, Núbia Adriane et al. Avaliação de desempenho ambiental em uma empresa da indústria cerâmica de Tocantins. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n.21, p. 848-861, 2015

DA SILVA, R. G.; DA SILVA, V. P. Cleaner production: practical and theoretical contributions for the sustainability of the red ceramic. **Cerâmica**, v. 63, n. 368, p. 494-507, 2017.

DELIBERAL, Janielen Pissolatto et al. **Gestão Ambiental como uma Capacidade Estratégica: um Estudo no Cluster Fabricação de Móveis no Sul do Brasil**. Brazilian Business Review, v. 13, n. 4, p. 124, 2016.

DE MESQUITA, Rafael Fernandes et al. Mining and the sustainable development goals: a systematic literature review. **Geo-Resources Environment and Engineering (GREE)**, v. 2, p. 29-34, 2017.

DE MORAIS, MARIA MONIZE. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Indústria de Cerâmica Vermelha: um Múltiplo Estudo de Caso na Região de Desenvolvimento do Sertão do São Francisco de Pernambuco**. 2015. Dissertação de mestrado. UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO.

DE SOUZA, Danielle Maia et al. Comparative Life Cycle Assessment of ceramic versus concrete roof tiles in the Brazilian context. **Journal of Cleaner Production**, v. 89, p. 165-173, 2015.

DE SOUSA, Joiciane Rodrigues; DE SOUZA, Jairo Rodrigues. **Produção Mais Limpa: Um Diagnóstico Da Indústria Ceramista No Município de Paulistana-PI**. CONNEXIO-ISSN 2236-8760, v. 6, n. 2, p. 73-87, 2017.

DE SOUZA, Simone Almeida; XARA, Gustavo Mamede Sant Anna; COSTA, Marcelo Neves. Gestão estratégica ambiental: barreiras à implementação da ferramenta produção mais limpa em indústria de cerâmica vermelha de Caetité–Bahia/Environmental strategic management: barriers to the implementation of the tool cleaner production in Caetité red ceramic industry-Bahia. **Brazilian Journal of Development**, v. 4, n. 5, p. 2322-2339, 2018

DE AZEVEDO, Lucas Silveira et al. ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA SOBRE OS TERMOS “ECODESIGN”, “SUSTENTABILIDADE” E “TECNOLOGIA LIMPA” NA BASE DE DADOS SCOPUS. **Blucher Design Proceedings**, v. 2, n. 9, p. 2034-2046, 2016.

DOS SANTOS, Lucas Almeida et al. Mapeamento de processos: um estudo no ramo de serviços. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, v. 7, n. 14, p. 108-128, 2015.

DOZOL, I. de S. **Meio ambiente: estratégias para o desenvolvimento sustentável na indústria**. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE INDUSTRIALIZAÇÃO DE CARNES, 4., 2002, Chapecó. Anais... Chapecó: [s.n.], 2002. p. 30-37.

DUARTE, C. R. et al. **Diagnóstico da Indústria de Cerâmica Vermelha da Região Sul do Estado do Ceará**, 2018.

DREHMER, Daiane Thaís; DESSBESELL, Gabriele Caroline; BERTICELLI, Ritielli. **Proposta de Produção Mais Limpa para Fábrica de Rações de uma Cooperativa Agrícola do Rio Grande do Sul**. Revista Interdisciplinar De Ensino, Pesquisa E Extensão, 2018, 6.1: 260-270.

DREHMER, Daiane Thais; FRITSCH, Raquel Lorenzoni Camera. **Análise da Conformidade Legal do Processo de Licenciamento Ambiental e Gestão de Resíduos Sólidos em uma Cooperativa Varejista do Rio Grande do Sul**. *CIÊNCIA & TECNOLOGIA*, 2.1: 2-22, 2018

ECHEGARAY, Fabián. **Understanding stakeholders' views and support for solar energy in Brazil**. Journal of cleaner production, 2014, 63: 125-133.

FARIAS, Adriana Salete et al. Utilização de eco-inovação no processo de manufatura de cerâmica vermelha. **RAI Revista de Administração e Inovação**, v. 9, n. 3, p. 154-174, 2012.

FERNANDES, Francisco M. Clay bricks. In: **Long-Term Performance and Durability of Masonry Structures**. Woodhead Publishing, 2019. p. 3-19.

FERREIRA, Enderson Petrônio de Brito; FAGERIAE, Nand Kumar; DIDONET, Agostinho Dirceu. **Chemical properties of an Oxisol under organic management as influenced by application of sugarcane bagasse ash**. Revista Ciência Agronômica, v. 43, n. 2, p. 228-236, 2012.

FIEMG – Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais; FEAM – Fundação Estadual de Meio Ambiente. **Guia técnico ambiental da indústria de cerâmica vermelha**. Belo Horizonte, 2013

FONSECA, J. M.; PERES, A. P. Aplicação das ferramentas produção mais limpa e análise de modos de efeitos e falha em abatedouro-frigorífico de suínos. **Boletim Indústria Animal**, v. 74, n. 2, p. 105-115, 2017.

GONÇALVES, Bruno Villaça; GOMES, Laura Jane. Percepção ambiental de produtores rurais na recuperação florestal da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim–Sergipe. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 29, 2014.

GOUVEIA, Nelson. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & saúde**

**coletiva**, v. 17, p. 1503-1510, 2012.

HOLANDA J. N. F.; SALEIRO, G. T., Processing of red ceramic using a fast-firing cycle. *Revista Cerâmica Industrial*, v. 58, p. 393-399, 2012

HUANG, Yi; LUO, Jiwen; XIA, Bin. Application of cleaner production as an important sustainable strategy in the ceramic tile plant—a case study in Guangzhou, China. **Journal of cleaner production**, v. 43, p. 113-121, 2013.

INT | Instituto Nacional de Tecnologia (MCTI – Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações e Comunicações)

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2017)

JUNIOR, Marsis Cabral et al. Estudo Estratégico da Cadeia Produtiva da Indústria Cerâmica no Estado de São Paulo: Parte I—Introdução e a Indústria de Cerâmica Vermelha. **Cerâmica Industrial**, v. 24, n. 1, p. 20-34, 2019

Khan et al., 2019 / KHAN, Muhammad Waseem et al. Impact of brick kilns industry on environment and human health in Pakistan. **Science of The Total Environment**, v. 678, p. 383-389, 2019

Kamal et al., 2014\*/ KAMAL, Atif et al. Cancer risk evaluation of brick kiln workers exposed to dust bound PAHs in Punjab province (Pakistan). **Science of the Total Environment**, v. 493, p. 562-570, 2014.

KHALILI et al., 2015/ KHALILI, Nasrin R. et al. From cleaner production to sustainable development: the role of academia. **Journal of Cleaner Production**, v. 96, p. 30-43, 2015.

Kuasoski, Doliveira e Silva (2015)/ KUASOSKI, Marli; DOLIVEIRA, Sérgio Luís Dias; Silva, Adriana Queiroz. Impactos Socioambientais no Processo de Extração e Transporte da Argila em Indústrias de Cerâmica Vermelha. **Sustentabilidade e responsabilidade social**, p. 92, 2015.

KANNO, Rodrigo, et al. **Produção Mais Limpa: Conceito, Panorama Atual no Brasil e Análise de Casos de Sucesso**, 2017

KRIPKA, Rosana; SCHELLER, Morgana; BONOTTO, Danusa Lara. **Pesquisa documental: considerações sobre conceitos e características na pesquisa qualitativa**. CIAIQ2015, 2015, 2.

LÁZARO, Lira Luz Benites; GREMAUD, Amaury Patrick. A responsabilidade social empresarial e sustentabilidade na América Latina: Brasil e México. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, v. 9, n. 1, p. 138-155, 2016.

LEITE, Pedro Paulo Silva; PIMENTA, Handson Cláudio Dias. Benefícios ambientais e econômicos provenientes da implementação da Produção mais Limpa em uma indústria de móveis de Natal-RN. **HOLOS**, v. 2, p. 52-71, 2011.

LISBOA, Ainã Pinheiro, et al. **Produção mais limpa: exemplos de práticas em diferentes países e algumas aplicações.** Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção-Enegep, 2015

LINARD, Zoraia Úrsula Silva de Alencar; KHAN, Ahmad Saeed; LIMA, Patrícia Verônica Pinheiro-Sales. Percepções dos impactos ambientais da indústria de cerâmica no município de Crato estado do Ceará, Brasil. **Economía, sociedad y territorio**, v. 15, n. 48, p. 397-423, 2015.

LO, Mei-Hor; HAN, Dechang. Exploring Competitive Strategies of China Ceramic Tile Industrial Cluster in Global Economy. **Open Journal of Social Sciences**, v. 2, n. 03, p. 11, 2014.

MACHADO JUNIOR, Olavo; TORQUETTI, Zuleika Stela Chiacchio. **Guia Técnico Ambiental da Indústria da Cerâmica Vermelha.** Belo Horizonte. 59 p , 2013.

MACIEL, Dayanna dos Santos Costa; DE FREITAS, Lúcia Santana. Análise do processo produtivo de uma empresa do segmento de cerâmica vermelha à luz da produção mais limpa. **Revista Produção Online**, v. 13, n. 4, p. 1355-1380, 2013.

The European Ceramic Industry Association. **Manifesto**, C. I. Manifesto 2019-2024: Paving the way for growth and jobs in Europe. 2014. Cerame Unie.

MARCOS A. R. A.; GALVAO M. S. **Panorama da indústria cerâmica focado na sustentabilidade: um estudo de caso**, 2011

MASSOTE, Carlos Henrique Ribeiro; SANTI, A.M.M. **Implementação da metodologia da produção mais limpa em uma indústria moveleira da região metropolitana de Belo Horizonte.** 2010.

MELO, Bruno Almeida de. **Dissertação: Perspectivas Socioambientais de Empreendimentos Industriais do Polo de Desenvolvimento da Região da Zona da Mata Norte de Pernambuco**

MILAN, Gabriel Sperandio; GRAZZIOTIN, Deise. Um estudo sobre a aplicação da Produção mais Limpa (P+ L). **Revista GEPROS**, n. 1, p. 127, 2012.

Ministério de Minas e Energia. (2018). Anuário Estatístico do Setor de Transformação de Não Metálicos. Fonte: Site do MME - Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacaomineral/publicacoes/anuario-estatistico-do-setor-metallurgico-e-do-setor-de-transformacao-de-nao-metalicos>>. Acesso em: 23 de junho de 2018.

MIRANDA, D. B. L; FRANCO, S.J; LOUREIRO, G.F. **Programa de produção mais limpa no setor de panificação da cidade de Marabá-PA.** Revista Gestão Industrial, 2018, v. 14, n. 2.

MORAIS, MMa et al. Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais e a Produção Mais Limpa, Estudo de Caso em Indústria de Cerâmica Vermelha. **INTEGRATING**

**CLEANER PRODUCTION INTO SUSTAINABILITY STRATEGIES**, v. 5, p. 1-10, 2015.

MURMU, Anant L.; PATEL, A. Towards sustainable bricks production: An overview. **Construction and Building Materials**, v. 165, p. 112-125, 2018

NUNES, Antônio Carlos Nepomuceno; RESENDE, Sérgio da Silva. **Guia técnico ambiental da indústria de cerâmica vermelha**. Belo Horizonte: Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG) e Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais (FEAM), 2013

OLIVEIRA, Amando Alves de. **Tecnologia em cerâmica**. Criciúma-SC. Editora Lara, 2011.

OLIVEIRA, José Augusto, et al. **Identificação dos benefícios e dificuldades da produção mais limpa em empresas industriais do estado de São Paulo**. *Revista Produção Online*, 2015, 15.2: 458-481

OLIVEIRA, Márcio de. A produção mais limpa como ferramenta de gestão ambiental para as indústrias do município de Juiz de Fora. **Juiz de Fora**, 2006.

OLIVEIRA NETO, G. C. et al. Princípios e ferramentas da produção mais limpa: um estudo exploratório em empresas brasileiras. **Gest. Prod., São Carlos**, v. 22, n. 2, p. 326-344, 2015.

OYARZO, Juan; PEUPORTIER, Bruno. Life cycle assessment model applied to housing in Chile. **Journal of cleaner production**, v. 69, p. 109-116, 2014.

PAIVA FILHO, E. C. C.; AGOSTINHO, R. L.; JÚNIOR, J. L. T. S.; BEZERRA, F. C.; AQUINO, P. L. S. **Cooperação internacional e desenvolvimento tecnológico: controle do processo de queima em fornos Hoffmann para cerâmica vermelha**. COBENGE, Brasília, 2004.

PHILIPPI JR, Arlindo; ROMERO, Marcelo de Andrade; BRUNA, Gilda Collet. Curso de gestão ambiental. In: **Curso de gestão ambiental**. 2014.

PIMENTA, Handson Claudio Dias; GOUVINHAS, Reidson Pereira. **A produção mais limpa como ferramenta da sustentabilidade empresarial: um estudo no estado do Rio Grande do Norte**. *Production*, v. 22, n. 3, p. 462-476, 2012.

PINHEIRO, Hamida Assunção et al. Oleiros da vida: **Trabalho, ambiente e o futuro dos trabalhadores do barro em Iranduba (AM)**. 2015.

PEREIRA, G. R., SANT'ANNA, F. S. P., Análise comparativa da implantação da Produção mais Limpa em países da América do Sul: Brasil, Chile e Colômbia. In **4 International Workshop Advances in Cleaner Production**. 22 a 24 de maio de 2013. São Paulo.

PIECHNICKI, Ademir Stefano. **Proposta de um Método de Análise e Solução de Perdas**. Simpósio De Excelência Em Gestão E Tecnologia, 2014, 11.

POSSES, I. P. **Caracterização Tecnológica de Blocos Cerâmicos de Alvenaria de Vedação Produzidos Por empresas Cerâmicas do Estado do Espírito Santo**. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo.

Preve, A. D. **Organização, sistemas e métodos**. CAD/CSE/UFSC, 2013. .

RENSI, Francini; SCHENINI, Pedro Carlos. **Gestão da Produção mais Limpa**. In: *SIMPÓSIO DE*. 2006.

REDIVO, I. M. **Utilização de resíduo de cerâmica vermelha em misturas com solo para construção de camadas de pavimentos com baixo volume de tráfego**. 2011. 160f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

RODRIGUES, Laudiceia Pereira; LAPERTOSA, Anselma. **A implementação da produção mais limpa no processo de vulcanização**. Acervo da Iniciação Científica, 2014.

Saeed, A., 2017. **Business recorder**. Disponível em: <<https://fp.brecorder.com/2017/05/20170504175631/>>. Acesso em: 20 de junho de 2018

SANTOS JR, E.L.a ; LIED, E.B. a ; ACERGO, C.V a ; FAQUIM,V.b ; FRARE, P.R a ; MOREJON, C. F. M. **A Avaliação de Impacto Ambiental da Indústria Cerâmica Estrutural como Ferramenta da Produção Mais Limpa**. Universidade, 2017

SAHA, Choyon Kumar; HOSAIN, Jahangir. Impact of brick kilning industry in peri-urban Bangladesh. **International Journal of Environmental Studies**, v. 73, n. 4, p. 491-501, 2016.

SANTOS, H. O. a , ALVES, J. L. S. , MELO, F. J. C. a, MEDDEIROS, D. D.a . **Produção Mais Limpa: Análise da Aplicação em Serviços de Massa e Serviços Profissionais**, 2018

SARQUIS, Aléssio Bessa et al. DIAGNÓSTICO DE GESTÃO AMBIENTAL NO SETOR DE CERÂMICA VERMELHA/DIAGNOSIS ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN THE RED CERAMICS SECTOR. **Revista Eletrônica de Administração e Turismo-ReAT**, v. 12, n. 6, p. 1542-1562

SENAI. **Implementação de Programas de Produção mais Limpa**. Centro Nacional de Tecnologias Limpas - SENAI-RS/ UNIDO/INEP. Porto Alegre, 2003

SEVERO, Eliana Andréa, et al. **Cleaner production**, environmental sustainability and organizational performance: an empirical study in the Brazilian Metal-Mechanic industry. *Journal of Cleaner Production*, 2015, 96: 118-125.

SOUTO, G. D. B.; POVINELLI, J. Resíduos Sólidos. In: MARIA DO CARMO CALIJURI E DAVI GASPARINI FERNANDES CUNHA, Ed(s). **Engenharia**

**Ambiental: Conceitos, Tecnologia e Gestão.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. p. 565 – 587.

SHAIKH, Shiraz et al. Respiratory symptoms and illnesses among brick kiln workers: a cross sectional study from rural districts of Pakistan. **BMC Public Health**, v. 12, n. 1, p. 999, 2012.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Referencial Teórico Empretec.** Brasília: SEBRAE, 2017.

SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DE CERÂMICA VERMELHA (SINDICER), **Relatório Anual**, 2015.

SILVA, AC da et al. Análise de viabilidade econômica financeira para a implantação de uma central de massa em uma indústria cerâmica de Itaboraí, RJ. **Cerâmica**, v. 60, n. 356, p. 490-500, 2014.

SILVA, André Luiz Emmel; MORAES, Jorge André Ribas; MACHADO, Ênio Leandro. Proposta de produção mais limpa voltada às práticas de ecodesign e logística reversa. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 29-37, 2015

SILVA, R., & SILVA, V. **Diagnóstico de desperdícios de uma cerâmica vermelha rumo à produção mais limpa**, 2017

SOBRAL, Maíra Clara; SOUSA JABBOUR, Ana Beatriz Lopes de; CHIAPPETTA JABBOUR, Charbel José. Green benefits from adopting lean manufacturing: a case study from the automotive sector. **Environmental Quality Management**, v. 22, n. 3, p. 65-72, 2013.

TAVARES, Sergio F.; GRIMME, Friederich W. Análise de processos produtivos em cerâmica vermelha estudo de caso comparativo entre Brasil e Alemanha. **Anais do IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Foz do Iguaçu, PA**, v. 731, 2002.

TEIXEIRA, Celimar Azambuja; SOUZA, Janise Pereira de. Análise da Certificação ISO 14001 para a Sustentabilidade e Conformidade da Legislação Ambiental. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 10, n. 5, p. 82-104, 2016.

The European Ceramic Industry Association. Manifesto, C. I. **Manifesto 2019-2024: Paving the way for growth and jobs in Europe.** 2014. Cerame Unie.

UNEP (UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME). Disponível: <<http://www.uneptie.org/pc/cp>>. Acesso em: 29 de março de 2018.

U. Flick. **Introdução à pesquisa qualitativa.** Trad. Joice Elias Costa. 3. ed., Porto Alegre: Artmed, 2009

VARANDAS JUNIOR, Angelo; SALERNO, Mario Sergio; MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. Analysis of innovation value chain management in a company from the steel industry. **Gestão & Produção**, v. 21, n. 1, p. 1-18, 2014.

VENDRAMETTO, O. et al. **Cleaner production**: a growing movement in Brazilian companies. *Revista Produção Online*, v. 10, n. 1, 2010

VENANZI, Daniele Campani; DA SILVA MORIS, Virgínia Aparecida. **Produção mais Limpa**: estudo sobre as empresas fabricantes de componentes automotivos localizadas na cidade de Sorocaba-SP. *Revista GEPROS*, 2013, 1: 119.

VERDÉS. Máquinas e Instalações. Preparação de Argilas para Fábricas de Produtos da Cerâmica Vermelha. Itú, S. Paulo, Brasil, 2011.

VIEIRA, Letícia Canal; AMARAL, Fernando Gonçalves. Barriers and strategies applying Cleaner Production: a systematic review. **Journal of Cleaner Production**, v. 113, p. 5-16, 2016.

WERNER, Eveline de Magalhães; BACARJI, Alencar Garcia; HALL, Rosemar José. Produção mais limpa: conceitos e definições metodológicas. **INGEPRO-Inovação, Gestão e Produção**, v. 3, n. 2, p. 046-058, 2011.

WANG, Chan et al. Green insurance subsidy for promoting clean production innovation. **Journal of cleaner production**, v. 148, p. 111-117, 2017.

ZAMPOLLO, Daniela Machado; NEDER, Lucia de Toledo Camara. Iniciativas de Produção Mais Limpa na Indústria de Petróleo e Gás. In: **4th. International Workshop International Workshop—Advances in Advances in Cleaner Production, “INTEGRATING CLEANER PRODUCTION INTO SUSTAINABILITY STRATEGIES”**, São Paulo—Brazil—May 22nd to 24th-2013. 2013.



APÊNDICE A - MANUAL DE IMPLEMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA  
NA INDÚSTRIA DA CERÂMICA VERMELHA



**MANUAL DE IMPLEMENTAÇÃO DA**  
**P+L**  
**NA INDÚSTRIA DE CERÂMICA**  
**VERMELHA**



**Sarah Camila Silva de Abreu Izo**

**Romildo Morant de Holanda**

**Alex Souza Moraes**

**Fernanda Wanderley Corrêa de Araújo**

**Maria Carolina da Silva**

**Symone Maria Pancrácio Falcão**

## Produção mais limpa

### Cerâmica vermelha

#### ÍNDICE

- 1** Introdução
- 2** Sobre o seu manual de implementação da produção mais limpa.
- 3** Comprometimento da gerência
- 4** Formação do Ecotime
- 5** Identificação de barreiras
- 6** Estudo da abrangência
- 7** Diagnóstico ambiental e de processos
- 8** Balanço de materiais e indicadores
- 9** Identificação das causas da geração de resíduos
- 10** Identificação das opções produção mais limpa
- 11** Avaliação técnica, econômica e ambiental
- 12** Seleção de oportunidade viáveis
- 13** Plano de implantação e monitoramento
- 14** Plano de continuidade
- 15** Anexos
- 16** Referências

# Produção mais limpa

## Cerâmica vermelha

### 1. INTRODUÇÃO

Esta publicação é um produto resultante do projeto de mestrado em engenharia ambiental, denominado “Uso da ferramenta produção mais limpa para melhoria da eficiência dos processos na indústria de cerâmica vermelha: estudo de caso. Da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Composto pelos autores professores doutores da UFRPE e pesquisadores do grupo de pesquisa Centro de Inovação Tecnológica Aplicado aos Recursos Naturais (CITAR).

O objetivo dessa publicação foi a proposta da adaptação do manual de implementação da Produção mais Limpa, da Central Nacional de Tecnologia Limpas (CNTL) do SENAI - Departamento Regional do Rio Grande do Sul, (2003), para o manual de implementação da P+L específico para cerâmica vermelha.

### 2. Sobre o seu manual de implementação da produção mais limpa

Agora que você já conhece o objetivo desse manual e por onde poderá também ter mais leitura sobre a produção mais limpa e a cerâmica vermelha. Vamos às orientações:

Depois da sua leitura é imprescindível que o responsável repasse as informações contidas nesse manual aos demais envolvidos.

Seu manual funciona, como um guia de melhorias para seus produtos e processos. Contudo, o sucesso da sua empresa nessa fase depende do empenho a implementação da ferramenta Produção mais limpa.

Outra coisa importante, é que aqui você verá anexos sugeridos. Podendo também utilizar qualquer modelo de sua preferência. Pois, os anexos são facilitadores dos seus processos.

## Produção mais limpa Cerâmica vermelha

### 3. Comprometimento gerencial

Apresentação da alta administração no comprometimento com o programa Produção mais limpa. Essa deve ser a primeira etapa a ser seguida, sendo recomendado que a organização defina sua política (visão/missão) e assegure o comprometimento do que será estabelecido. Através de palestras com todos da instituição a política da empresa deve ser apresentada, em seguida mostrado os próximos passos para a implementação da ferramenta.

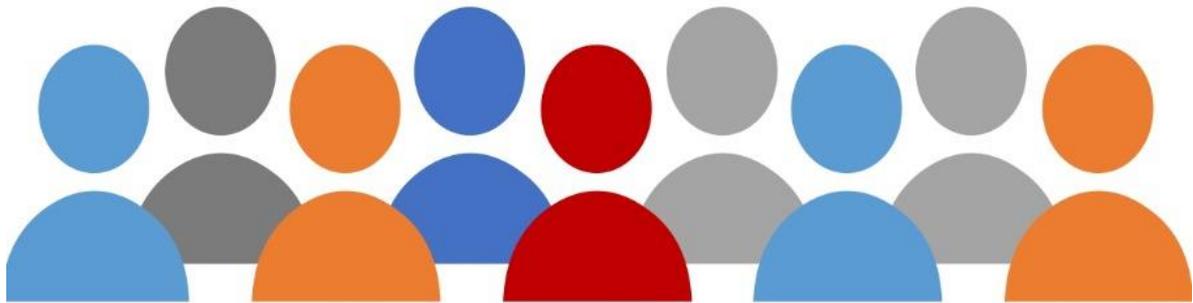
Deve constar na política por escrito:

- Comprometimento e liderança da alta administração;
- Comprometimento do Ecotime;
- Comprometimento com fator ambiental;
- Assinatura da alta direção.



Fonte: smiletemplates (2019)

Devendo ser feito uma placa, de qualquer formato e tamanho em local ou vários locais de postos de trabalho com facilidade para todos verem. Segue modelo em anexo 01 (sugerido).



Fonte: smiletemplates (2019)

## Produção mais limpa

### Cerâmica vermelha

#### 4. Formação da equipe do programa (Ecotime)

Referem-se aos responsáveis por gerir o programa produção mais limpa. Sendo eles os funcionários escolhidos pela alta administração. Os parâmetros de escolha deverá ser por funcionários dinâmicos, comprometidos e conhecedores dos processos do setor, gostar de trabalhar em equipe e ter afinidade com as questões ambientais. E serão eles os responsáveis também por propagar a metodologia da produção mais limpa.

Poderá chamar a equipe Ecotime (ecologia + time).

Todos os escolhidos do ECOTIME deverão participar de treinamentos preliminares para uma melhor compreensão da metodologia (a empresa deverá indicar e cotar organizações que possam treinar esses funcionários). Sendo eles os responsáveis por propagar a informações a todos os integrantes da empresa.

##### Sugestões:

Precisão ser no mínimo 5 funcionários divididos por setor a depender do porte da empresa.

Sendo eles:

- 1 funcionário na etapa de Extração;
- 1 funcionário na etapa de Extrusão;
- 1 funcionário na etapa de Queima;
- 1 funcionário na etapa de Secagem;
- 1 funcionário na etapa de Expedição.



Fonte: smiletemplates (2019)

Todos serão envolvidos no processo e deverão prestar conta das atividades e criar possíveis melhorias em seus setores. É preciso produzir uma forma de fiscalização dessas etapas, seja ela, em fixas físicas ou programas de computador (excel, word...)

Deverá ser escolhido pelo menos um dia da semana para discutir sobre temas que envolvam: política ambiental, processos que foram ou serão implementados no programa P+L, melhorias do setor, questões de economia no processo devido ao 1 e palestrantes, com data e tema (Sugestão de modelo em anexo 2).

## Produção mais limpa Cerâmica vermelha

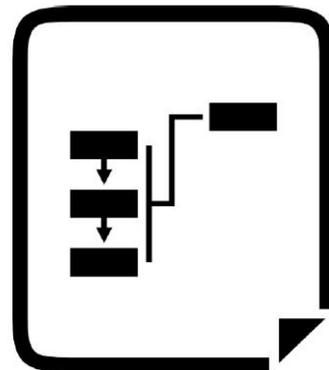
### 5. Estudo da abrangência

Nessa etapa a empresa de cerâmica vermelha deverá definir junto com o Ecotime o setor ou setores que o programa produção mais limpa fará parte. Ou seja, qual setor deverá ter melhorias imediatas.

#### Cuidados essenciais

Deverá definir a abrangência por questões de maior impacto ambiental e financeiro. No caso da cerâmica vermelha podemos usar como exemplo a queima que pode ser melhorada como a troca de forno, troca a biomassa, investimento em/no laboratório.... Ou poderá fazer estudo do layout e propor mudanças no processo. Ex: Uso demasiado de esteiras, de máquinas, sazonalidade incorreto...

Podendo também listar em ordem de prioridades.



Fonte: smiletemplates (2019)

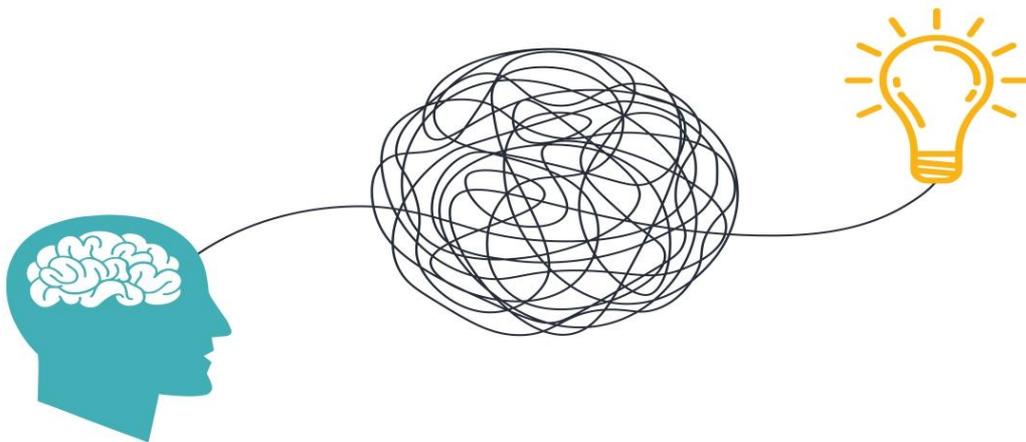
## Produção mais limpa Cerâmica vermelha

### 6. Estudo de barreiras

Nesse capítulo o Ecotime deverá identificar as barreiras que podem impedir ou retardar a execução de P+L. Deve-se ter consciência das barreiras e encontrar soluções para superá-las.

Poderá ser usada a ferramenta tempestade de ideias (brainstorming), onde todos os participantes sugerem os entraves que acreditam que pode dificultar a implantação, tais como: falta de investimento, falta de qualificação, entre outros. E depois criam uma solução para o entrave. Juntamente, com um relatório das barreiras encontradas e das possíveis soluções e quais foram sugeridas.

**LEMBRETE:** todas as etapas do manual, deverão sempre ser compartilhadas entre o Ecotime e alta direção. Quando combinado, devem divulgar os dados e sequência a todos da empresa.



Fonte: smiletemplates (2019)

# Produção mais limpa

## Cerâmica vermelha

### 7. Realização do diagnóstico ambiental e de processo.

Esse capítulo possui duas etapas, que são:

- Fluxograma de processos;
- Fluxograma de processos, com entradas (aspecto ambiental) e saídas (impacto ambiental).

Primeiro, deverá ser criado um fluxograma com todos os processos da indústria da cerâmica vermelha da sua empresa, tais como: Extração, sazonalidade, mistura, entre outros.

Depois de criado o fluxograma de processos, deverá ser criado outro fluxograma com entradas e saídas. Cujo, as entradas são as matéria prima, insumos e auxiliares e as saídas são os resíduos, efluentes e emissões gerados por essas entradas. Segue modelo em anexo 03.



Fonte: smiletemplates (2019)

## Produção mais limpa

### Cerâmica vermelha

#### 8. Balanço de materiais e indicadores.

Depois de concluído os fluxogramas do processo e revisados, deverá se fazer o balanço de materiais e indicadores. Possuindo as seguintes etapas:

- 1- Quantificação de entradas ( matérias-primas, auxiliares e insumos) ;
- 2- Quantificação das saídas (geração de resíduos, efluentes e emissões);
- 3- Verificação da licenças e Plano Gerencial De Resíduos Sólidos (PGRS);
- 4- Descrição da estocagem, armazenamento e acondicionamento de entradas e saídas.

Nas etapas de quantificação, consiste na divisão de entradas e saídas referentes aos processos. Mas, agora com a necessidade Das quantidades consumidas e produzidas por processo de matérias-primas, auxiliares e insumos e consumo da geração de resíduos, efluentes e emissões. Segue modelo em anexo 04.

Na etapa 2, deverá listar todas as licenças ambientais exigidas para funcionamento da empresa, tais como:

- Alvará de funcionamento;
- Licença ambiental;
- Licença para extração da argila\* (No caso de jazida própria).
- Plano Gerencial De Resíduos Sólidos (PGRS)

Agora, na etapa 3 é preciso descrever sobre o armazenamento/ acondicionamento/ estocagem de todos os matérias localizados na empresa. Por exemplo: Madeira, argila, cinzas, óleo lubrificantes, chamote (cacos da cerâmica vermelha), entre outros. Todos esses matérias precisam obedecer as normas vigentes para seu armazenamento, acondicionamento e estocagem.

#### Atenção

Faltando qualquer registro da empresa perante licenciamento e PGRS, deve ser prioridade da sua implementação.

## Produção mais limpa

### Cerâmica vermelha

#### 9. Identificação das causas da geração de resíduos

Nesse capítulo do manual com as informações das etapas de realização do diagnóstico ambiental e de processos e balanço de matérias, é possível saber quais as origens desses resíduos e emissões.

É recomendado que faça uma listagem com esses problemas, que podem ser classificados, como por exemplo:

:

<b>Operacionais</b>	<b>Matérias – Primas</b>
Consumo de água não aferido na etapa de mistura.	Armazenamento inadequado dos óleos lubrificantes.
<b>Produto</b>	<b>Capital</b>
	Falta de capital para investimento em tecnologia na indústria.
<b>Fornecedores</b>	<b>Recursos humanos</b>
Falta de padronização e melhoria dos Fornecedores de lenha.	Falta de capacitação dos funcionários, da cerâmica vermelha em gestão ambiental

Esses são exemplos dados, mas podem existir outros. Que precisam ser descritos, para o foco da próxima etapa.

## Produção mais limpa

### Cerâmica vermelha

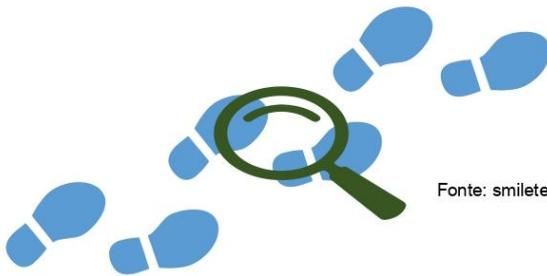
#### 10. Identificação das opções de Produção mais Limpa.

Uma das etapas mais importante do manual, pois depois de levantados todos os dados das etapas de: realização do diagnóstico ambiental e de processos, balanço de matérias e indicadores e identificação das causas de geração de resíduos. Deverá ser selecionados por ordem dos mais emergentes problemas ao menos, que deverão ser solucionados ou melhorados. Podemos citar como exemplos:

- Falta de treinamento dos funcionários para gestão ambiental.

Problemas encontrados	Possíveis soluções
Falta de treinamento dos funcionários para gestão ambiental.	Treinamento com a empresa XY; Treinamento com o consultor da cerâmica, se capacitado; Treinamento do gestor, para treinar os outros funcionários.

Com a posse das informações vamos as análises de avaliações técnica, econômica e ambiental.



Fonte: smiletemplates (2019)

# Produção mais limpa

## Cerâmica vermelha

### 11. Avaliação técnica, ambiental e econômica.

Uma vez especificados todos os problemas que precisam ser corrigido, cuidaremos agora das avaliações. Cujo, é necessário lembra que o objetivo da ferramenta produção mais limpa é de minimizar os impactos com matéria – prima, água e energia. E todos os problemas encontrados ajudam a alcança esse objetivo.

Vamos fazer esse estudo por partes, como:

#### Avaliação técnica

Aqui é preciso identificar os pontos de melhoria em relação a solução encontrada para o problema. Ou seja, escolher a solução a ser dada. Pois, só assim poderemos dar continuidade às outras avaliações. Por exemplo:

Deve ser considerar:

- Testes de laboratório ou ensaios físicos;
- As experiências de outras empresas com a opção considerada.
- O efeito sobre a produção e sobre o no de empregados

Seguindo para essa etapa :

- Problema: Treinamento para equipe sobre gestão ambiental;
- Solução escolhida: Treinamento do gestor, para treinar os outros funcionários.
- Quais as melhorias dessa ação?  
Solução para o treinamento de todos os funcionários, pois o gestor será capacitado para propagar as informações obtidas no curso.

#### Avaliação ambiental

Nessa fase é necessário listar:

- Quantidade de resíduos, efluentes e emissões que será reduzida;
- Qualidade dos resíduos, efluentes e emissões que tenham sido eliminados – verificar se estes contêm menos substâncias tóxicas e componentes reutilizáveis;
- Redução na utilização de recursos naturais.

Procedendo da seguinte forma:

- Problema: Treinamento para equipe sobre gestão ambiental;
- Depois desse treinamento quais são as possibilidades dessas reduções?

## Produção mais limpa Cerâmica vermelha

### Avaliação econômica

Serão todos os investimentos necessários. Como:

- Os custos operacionais e receitas do processo existentes;
- Os custos operacionais e receitas projetadas das ações a serem implantadas;
- A economia da empresa com a redução/eliminação de multas.

### Atenção

A avaliação técnica, econômica e ambiental, precisam ser feita para TODOS os problemas selecionados nas opções sugeridas no item de "identificação das opções de Produção mais Limpa"

## 12. Seleção de oportunidades viáveis

Com posse de todas as informações das avaliações técnicas, ambientais e econômicas, deverá selecionar a oportunidade(s) depois do estudo, é que poderá ser implantada (s). Seguindo para o próximo passo dos planos de ação dos itens 13 (Plano de implementação e monitoramento) e 14 (Plano de continuidade).



Fonte: smiletemplates (2019)

## Produção mais limpa Cerâmica vermelha

### 13. Plano de implementação e monitoramento

Logo após a seleção das opções de Produção mais Limpa viáveis, vamos criar estratégia(s) para implementação(s).

Devemos considerar nessa etapa, na fase de implementação:

- As especificações técnicas detalhadas;
- O plano adequado para reduzir tempo de instalação
- Os itens de dispêndio para evitar ultrapassar o orçamento previsto;
- A instalação cuidadosa de equipamentos;
- A realização do controle adequado sobre a instalação;
- A preparação da equipe e a instalação para o início de operação.

Devemos considerar nessa etapa, na fase de monitoramento:

- Quando devem acontecer as atividades determinadas;
- Quem é o responsável por estas atividades;
- Quando são esperados os resultados;
- Quando e por quanto tempo monitorar as mudanças;
- Quando avaliar o progresso;
- Quando devem ser assegurados os recursos financeiros;
- Quando a gerência deve tomar uma decisão;
- Quando a opção deve ser implantada;
- Quanto tempo deve durar o período de testes;
- Qual é a data de conclusão da implementação.

(CNTL, 2003)

Essas são as etapas que devem ser seguidas:



(CNTL, 2003)

## Produção mais limpa Cerâmica vermelha

### 14. Plano de Continuidade

Depois de tudo feito nas etapas de plano de Nessa etapa implementação e monitoramento, parabéns, pode considerar sua empresa implantada com a Produção mais limpa.

Segue em anexo 05 um presente, seu selo de implementação da Produção mais Limpa na cerâmica vermelha.

Mas, precisa entender que nessa fase de plano de continuidade. A modificação(s) selecionada(s) precisa de acompanhamento contínuo. Como sugestão utilize a ferramenta checklist, semanalmente ou mensalmente, com o proposito de saber se a modificação(s) encontrasse com níveis satisfatórios ou ainda precisa de mais alterações.

Deve ser feito também nessa fase, relatórios trimestrais de acompanhamento.

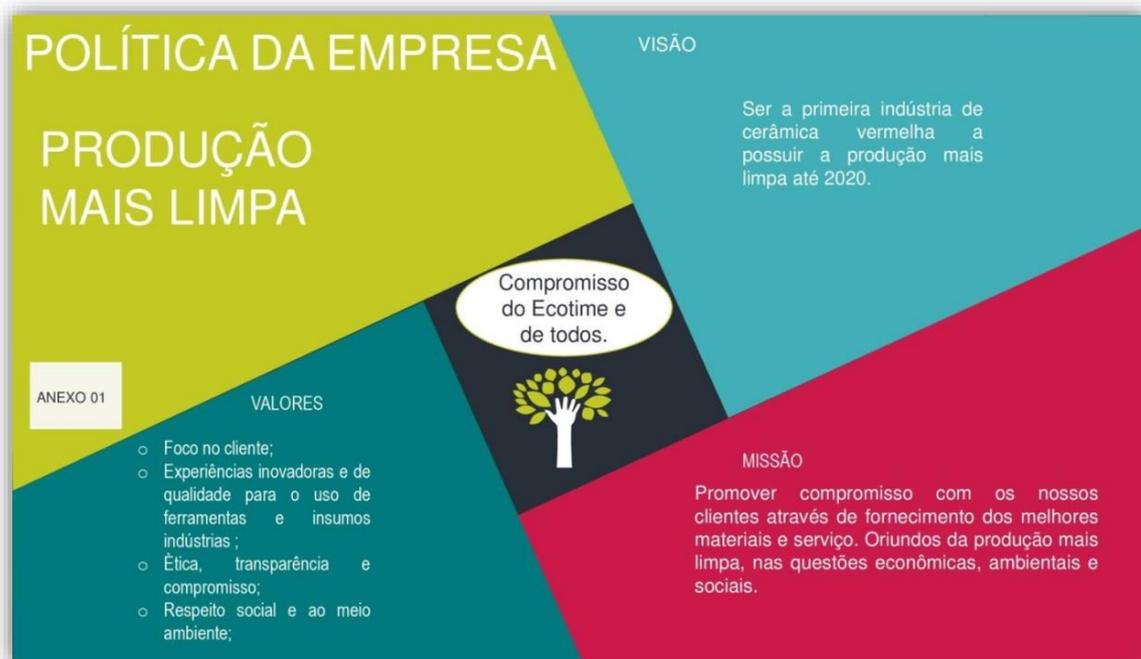
Preciso que lembre que o compromisso com a Produção mais limpa é para sempre, pois é uma melhoria continua. E deve ser seguida com responsabilidade e seriedade de todos os envolvidos.



Fonte: smiletemplates (2019)

## Produção mais limpa Cerâmica vermelha

### 15. Anexos do manual



Autores (2019)

# Produção mais limpa

## Cerâmica vermelha

ANEXO 02

Autores (2019)

 Ata de reunião - DSPL (Diálogo Semanal de Produção mais Limpa)

**Responsável**

Uma reunião de [Nome da equipe ou organização] foi realizada em [Local] em [Data].

**Participantes**

Os participantes foram [listar nomes de participantes].

**Membros que não participaram**

Os membros que não participaram foram [listar nomes].

**Tema da reunião**

Descreva aqui o tema proposto.

**O que foi decidido**

[Adicione seu texto aqui.]

**Data da decisão e responsáveis**

[Adicione seu texto aqui.]

**Comunicados**

[Adicione seu texto aqui.]

---

Diretor/ supervisor

Data de aprovação

Autores (2019)

## Produção mais limpa Cerâmica vermelha

### ANEXO 04

<b>CNPJ:</b>	<b>Avaliação de Desempenho Ambiental</b>			<b>Nº DOC.:</b>	
				<b>PÁG.:</b>	
				<b>REV.:</b>	
	Responsabilidade Técnica:				
<b>PROCESSOS ENVOLVIDOS</b>		<b>ASPECTO</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>RESULTA DO</b>	<b>PERIODICIDA DE</b>
Descreva os processos envolvidos	Desempenho Ambiental de Gestão	CONSUMO DE ENERGIA	1- Quantidade de energia elétrica por unidade de produto (kWh/peças)		Mensal
			2- Quantidade de energia de combustível fóssil por unidade de produto (ml/peças)		Mensal
			3- Quantidade de energia de biomassa por unidade de produto (kg/peças)		Mensal
	CONSUMO DE MATERIAIS	4- Quantidade de matéria-prima		Mensal	

## Produção mais limpa

### Produção mais limpa Cerâmica vermelha

Querosene	3,11726
Gás de coqueria	1,91806
Coque de carvão mineral	2,72114
Carvão vegetal	3,01621
Álcool	2,09057
Gás de Refinaria	2,01703
Coque de petróleo	3,41018
Xisto	2,91944
Etanol	2,91286
Gás do forno de coque	1,65789
Gás de alto forno	0,58855

A quantidade de emissão de CO<sup>2</sup> por ano referente aos fornos deve ser calculada, a partir da obtenção do consumo anual da matéria prima (toneladas) utilizada para processo de tratamento térmico (queima) dos tijolos, conforme equação 1:

$$\text{Indicador 5} = \text{Matéria prima} * \text{F1}$$

Onde:

Indicador 5 = Quantidade de emissões de CO<sup>2</sup> em t/ano (queima);

Matéria prima = Quantidade de combustível utilizado em t/ano (queima);

F1 = Fator de Emissão para combustível (t CO<sup>2</sup>/t) conforme IPCC (tabela 1);

Caso seja utilizada mais de uma matéria-prima (ex: lenha, cavaco, bagaço de cana, GLP) o indicador deve ser feito para cada tipo utilizado. Portanto, deve ser especificado em sua descrição, exemplos:

Quantidade de emissão de CO<sub>2</sub> por ano - queima- bagaço de cana

(kg CO<sub>2</sub>/ano)

Quantidade de emissão de CO<sub>2</sub> por ano - queima- lenha

(kg CO<sub>2</sub>/ano)

## Produção mais limpa

### Cerâmica vermelha

Vale salientar, que desse modo é possível estimar as emissões somente relativas ao processo de tratamento térmico, já que não são consideradas as emissões referentes às reações químicas.

Para cálculo de emissão de CO<sup>2</sup> por ano referente ao transporte, deve ser obtida a distância total percorrida para transporte das peças cerâmicas (ida e volta), ambas ao longo de um ano.

Indicador 6 = $D * F$
-----------------------

Onde:

D = Distância total percorrida para transporte em km;

F2 = Fator de Emissão de combustível diesel conforme IPCC (tabela 2).

Uma vez que não existem fatores de emissão levantados localmente, a estimativa das emissões de GEE da frota diesel de veículos pesados, como caminhões e ônibus em circulação no Brasil, deve ser feita preferencialmente a partir dos fatores de emissão de CO<sub>2</sub> para veículos pesados europeus. Com autonomia/consumo assumido de 3,3 km/l ou 29,9 l/100km, conforme apresentados na tabela 1-39 do Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – The Reference Manual – Volume 3 – Energy. Uma vez que a tecnologia de motorização utilizada no Brasil se assemelha mais à dos veículos que circulam na Europa do que a dos veículos americanos.

**Tabela 2 - Fatores de Emissão por Tipo de Combustível** (Fonte: IPCC, 2006)

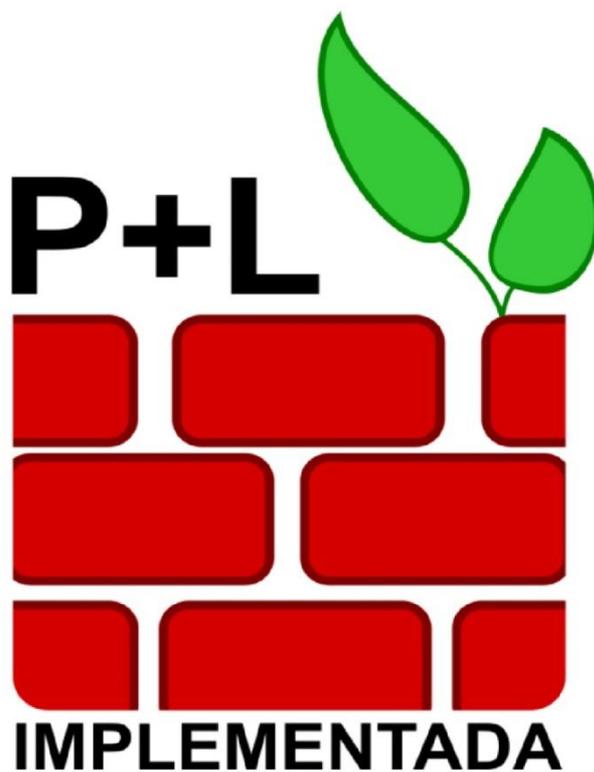
<b>Fator de emissão de CO<sub>2</sub> para pesados a diesel:</b>	770 g/km
<b>Fator de emissão de CO<sub>2</sub> para pesados a diesel:</b>	3140 g/kg de combustível
<b>Fator de emissão de CO<sub>2</sub> para pesados a diesel:</b>	74 g/MJ

O indicador de Serviços expressa a quantidade de agentes por unidade de área de produção, e pode ser utilizado mediante de verificação ficha cadastral de colaboradores da indústria. Por meio dessa verificação deve-se obter no número médio anual de colaboradores do ano de referência e dividi-lo pela área efetiva de trabalho do empreendimento, podendo definido para a cada setor. Por exemplo: Setor administrativo, de produção, expedição.

## Produção mais limpa Cerâmica vermelha

O indicador de resíduos deve mensurar a quantidade de blocos não-conformes dispostos numa determinada área (m<sup>2</sup>) a cada mês. Ele deve ser elaborado por meio de ferramenta de controle da qualidade para sua constante atualização, a área de depósito desse material também deve ser medida mensalmente. Com obtenção de ambos os dados (mensais), deve-se dividir o número total de peças não-conformes pela área de sua disposição.

### ANEXO 05



Autores (2019)

## Produção mais limpa Cerâmica vermelha

### REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14.001** - Sistemas de Gestão Ambiental: Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio ABNT, Rio de Janeiro, 2015.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14.031** - Gestão Ambiental : Avaliação de desempenho ambiental. ABNT, Rio de Janeiro, 2015.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS- CNTL. Manual: Metodologia de Implantação do Programa de Produção Mais Limpa. Porto Alegre, 2003

IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories** - Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Published: IGES, Japan.

## Produção mais limpa

### Cerâmica vermelha

<b>Contatos e dúvidas.</b>	
Nome:	<b>Sarah Camila Silva de Abreu Izo</b>
E-mail:	Sarahpesquisa@outlook.com
Nome:	<b>Romildo Morant de Holanda</b>
E-mail:	romildo.morant@ufrpe.br
Nome:	<b>Alex Souza Moraes</b>
E-mail:	alexsm75@hotmail.com
Nome:	<b>Fernanda Wanderley Corrêa de Araújo</b>
E-mail:	fernanda.wca@gmail.com
Nome:	<b>Maria Carolina da Silva</b>
E-mail:	mcskrol@gmail.com
Nome:	<b>Symone Maria Pancrácio Falcão</b>
E-mail:	monempf@gmail.com

## ANEXO A – DECLARAÇÃO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO MAIS LIMPA



### DECLARAÇÃO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Reconhecemos que atingir o Desenvolvimento Sustentável é uma responsabilidade colectiva. As acções para melhorar o ambiente global devem incluir a adopção de práticas de produção e consumo mais sustentáveis.

Reconhecemos que a Produção Mais Limpa e outras estratégias preventivas tais como a Eco-eficiência, Produtividade Ambiental e Prevenção da Poluição são as opções preferíveis requerendo o desenvolvimento, apoio e implementação de políticas e práticas adequadas.

Entendemos a Produção Mais Limpa como a aplicação continuada de uma estratégia preventiva integrada aplicada a processos, produtos e serviços com vista a reduzir os riscos para a saúde humana e ambiente e a conseguir benefícios económicos para as empresas.

*Com este propósito comprometemo-nos a :*

LIDERANÇA	<p><i>utilizando a nossa influência</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• para encorajar a adopção da Produção Mais Limpa e práticas sustentáveis de consumo através das nossas relações com os “stakeholders”.</li> </ul>
CONSCIENCIALIZAÇÃO, EDUCAÇÃO E FORMAÇÃO	<p><i>construindo a capacidade básica em Produção Mais Limpa</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• desenvolvendo e conduzindo programas de consciencialização, educação e treino para facilitar a prática dentro da nossa organização;</li> <li>• encorajando a inclusão dos conceitos e princípios nos <i>curricula</i> educacionais de todos os níveis.</li> </ul>
INTEGRAÇÃO	<p><i>encorajando a integração das estratégias preventivas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• a todos os níveis da nossa organização;</li> <li>• através de sistemas de gestão ambiental e de instrumentos tais como a avaliação do desempenho ambiental e Produção Mais Limpa, avaliação de impactes ambientais, e avaliação do ciclo de vida dos produtos.</li> </ul>
INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO	<p><i>criando soluções inovadoras</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• promovendo uma mudança de prioridade das abordagens de fim-de-linha para estratégias preventivas nas nossas políticas e actividades de I&amp;D;</li> <li>• através do desenvolvimento de produtos e serviços que sejam ambientalmente eficientes e satisfaçam as necessidades dos consumidores.</li> </ul>
TRANSPARÊNCIA	<p><i>partilhando as nossas experiências em Produção Mais Limpa</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• estimulando e promovendo o diálogo na implementação desta estratégia;</li> <li>• através da comunicação dos benefícios aos “stakeholders” externos.</li> </ul>
IMPLEMENTAÇÃO	<p><i>actuando para adoptar a Produção Mais Limpa</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• com melhorias continuadas, fixando objectivos ambiciosos e reportando regularmente os progressos através de sistemas de gestão estabelecidos;</li> <li>• encorajando investimentos e financiamentos novos e adicionais em opções de tecnologias preventivas, e promovendo a cooperação e transferência de tecnologias mais limpas entre países;</li> <li>• através de trabalho conjunto com a UNEP e outros parceiros e “stakeholders” apoiar esta declaração e analisar o sucesso da sua implementação.</li> </ul>