

UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

José Magno Minguta da Silva

**DIAGNÓSTICO TÉCNICO, ECONÔMICO, SOCIAL E AMBIENTAL DA
INDÚSTRIA CERÂMICA NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES**

CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ

Outubro de 2019

JOSÉ MAGNO MINGUTA DA SILVA

**DIAGNÓSTICO TÉCNICO, ECONÔMICO, SOCIAL E AMBIENTAL DA
INDÚSTRIA CERÂMICA NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Candido Mendes, Campos dos Goytacazes/RJ, para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Luiz Melo de Souza

CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ

Outubro de 2019

CATALOGAÇÃO NA FONTE

Preparada pela Biblioteca da **UCAM – CAMPOS** 004/2020

Silva, José Magno Minguta da.

Diagnóstico técnico, econômico, social e ambiental da indústria cerâmica no município de Campos dos Goytacazes. / José Magno Minguta da Silva. – 2019.

121 f.

Orientador: Cláudio Luiz Melo de Souza.

Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Universidade Candido Mendes – Campos. Campos dos Goytacazes, RJ, 2019.

Referências: f. 82-93

1. Indústria ceramista. 2. Economia. 3. Campos dos Goytacazes. I. Universidade Candido Mendes – Campos. II. Título.

CDU – 338.45:666.3/.7(815.3)

Bibliotecária Responsável: Flávia Mastrogirolamo CRB 7^a-6723

JOSÉ MAGNO MINGUTA DA SILVA

**DIAGNÓSTICO TÉCNICO, ECONÔMICO, SOCIAL E AMBIENTAL DA
INDÚSTRIA CERÂMICA NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Candido Mendes, Campos dos Goytacazes/RJ, para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Aprovado em: 07/ 10/ 2019

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Cláudio Luiz Melo de Souza, D.Sc. – Orientador

Universidade Candido Mendes, UCAM

Prof. Milton Erthal Junior, D.Sc.

Universidade Candido Mendes, UCAM

Profª Oselys Rodriguez Justo, D.Sc.

Universidade Estácio de Sá, UNESA

CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ

Outubro de 2019

Dedico este trabalho aos alunos dos cursos de Administração e Engenharia de Produção da Universidade Estácio de Sá, campus Campos dos Goytacazes, por me ensinarem todos os dias que quem ensina, também aprende.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força e fé com que sempre me presenteou. Em sua infinita bondade, me concedeu a graça de concluir mais este sonho. Louvado seja nosso Senhor Jesus Cristo.

Agradeço à minha mãe, pela educação e princípios sempre norteados pela importância de uma formação educacional concisa para a construção de um cidadão consciente de seus direitos e deveres, e a minha esposa, pelo apoio nos momentos difíceis e pela felicidade por cada vitória alcançada.

Agradeço ao meu orientador o Prof. Dr. Cláudio Melo, por todo conhecimento compartilhado comigo ao longo da construção desta dissertação, mas, sobretudo, pela compreensão com as minhas dificuldades e incentivos no meu caminhar.

Agradeço a todos os professores do curso de Mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Candido Mendes, *campus* Campos dos Goytacazes, pois foram uma fonte de conhecimento e um exemplo de profissionais dedicados, que me inspiraram ao longo deste curso.

Agradeço a todos os meus colegas e amigos que partilharam comigo seus sonhos, temores, aflições e me acolheram, também, em meus momentos de dificuldades. Serei imensamente grato a todos.

“Raspas e restos me interessam! Me interessam.” (Cazuza)

“O dia que os homens que comandam os destinos do planeta puderem compreender que todos e todas as pessoas que povoam a nave mãe, Terra, pertencem à mesma espécie, a humanidade; (...) talvez, finalmente compreenda a importância vital de preservar o habitat de todas as espécies - o meio natural. ” (Al Gore)

RESUMO

A nível global, desde a segunda metade do passado século, verifica-se o agravamento do desequilíbrio da relação entre a economia, a sociedade e o meio ambiente. Neste sentido, a sustentabilidade passou a ser um tema em debate nas organizações e nas agendas governamentais. O setor cerâmico pode ser considerado como uma das primeiras organizações industriais de transformação no Brasil e este pioneirismo também é marcante no Estado do Rio de Janeiro e no município de Campos dos Goytacazes, onde as indústrias de cerâmica vermelha compõem um importante polo econômico local que participa diretamente da dinamização da economia, do crescimento urbano, da geração de postos de trabalho e de renda. O objetivo geral deste estudo foi realizar um diagnóstico técnico, econômico e socioambiental da indústria da cerâmica vermelha no município de Campos dos Goytacazes, região Norte Fluminense, destacando-se os aspectos relacionados à gestão integrada e ao desenvolvimento sustentável do setor. Foi realizada uma pesquisa descritiva de campo sobre o polo ceramista, através da análise Survey, caracterizando-se a situação atual e a definição dos principais elementos relacionados à gestão sustentável e à logística reversa nas empresas do ramo, que permitiu reunir um conjunto de dados e informações sobre a cadeia produtiva ceramista no município de Campos dos Goytacazes, podendo-se concluir que esta localidade concentra o maior parque cerâmico do Estado, com alguns ramos dessa indústria de transformação alcançando expressão regional e estadual ao superar as 500 mil unidades produzidas mensalmente. Concluiu-se com pesquisa que entre as empresas avaliadas, 75% ainda utilizam a lenha como combustível e esta opção independe do volume de produção e do tempo de funcionamento e a maioria dos empreendimentos carece de aperfeiçoamento produtivo, assim como, de uma adequação às formas de uso, ocupação e recuperação das jazidas após a exploração. Entre os principais pontos positivos sinalizados destacam-se a qualidade da matéria-prima local, o conhecimento adquirido, a maturidade da tecnologia, a qualidade do produto regional, a alta produtividade, o baixo custo, a alta demanda e a lucratividade. Foram enfatizados também alguns pontos negativos entre os quais ressaltam-se a concorrência de novos materiais e produtos substitutos, a presença de empresas informais e sua concorrência, a instabilidade do mercado, a dependência da demanda do setor da construção civil, os altos impostos, a inadimplência no mercado e a disponibilidade de mão de obra. Concluindo-se que apenas 20% das empresas sinalizam boas expectativas e mais da metade (55%) destas reflete expectativas negativas para o setor nos próximos anos.

Palavras-chave: Diagnóstico. Econômico. Produção ceramista. Social e Ambiental. Técnico.

ABSTRACT

Globally, since the second half of the last century, there has been a worsening of the imbalance in the relationship between the economy, society and the environment. In this sense, sustainability has become a topic of debate in organizations and government agendas. The ceramic sector can be considered as one of the first industrial transformation organizations in Brazil and this pioneering spirit is also remarkable in the state of Rio de Janeiro and in the municipality of Campos dos Goytacazes, where the red ceramic industries make up an important local economic hub that participates directly from the dynamics of the economy, urban growth, the generation of jobs and income. The general objective of this study was to perform a technical, economic and socio-environmental diagnosis of the red ceramic industry in Campos dos Goytacazes, North Fluminense, highlighting the aspects related to integrated management and sustainable development of the sector. A descriptive field research was carried out on the pottery pole, through the Survey analysis, characterizing the current situation and the definition of the main elements related to sustainable management and reverse logistics in the companies of the branch, which allowed to gather a set of data and information about the ceramic production chain in the city of Campos dos Goytacazes, it can be concluded that this locality concentrates the largest ceramic park of the State, with some branches of this transformation industry reaching regional and state expression by surpassing the 500 thousand units produced monthly. It was concluded with research that among the evaluated companies, 75% still use firewood as a fuel and this option is independent of the production volume and the operating time and most of the enterprises need productive improvement, as well as an adaptation to the forms of use, occupation and recovery of the deposits after exploration. Among the main positive points highlighted are the quality of the local raw material, the knowledge acquired, the technology maturity, the regional product quality, the high productivity, the low cost, the high demand and the profitability. Some negative points were also emphasized, such as competition for new materials and substitute products, the presence of informal enterprises and their competition, market instability, dependence on demand from the construction sector, high taxes, market default and the availability of labor. In conclusion, only 20% of companies signal good expectations and more than half (55%) of these reflect negative expectations for the sector in the coming years.

Keywords: Diagnosis. Economic. Ceramics production. Social and Environmental. Technician.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-----------|---|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ACEPOTI | Associação dos Artesãos em Cerâmica do Poti Velho |
| ACV | Análise de Ciclo de Vida do Produto |
| AIE | Agência Internacional de Energia |
| APL | Arranjo Produtivo Local |
| CIB | <i>Conseil International du Bâtiment (International Council for Building)</i> |
| CONAMA | Conselho Nacional do Meio Ambiente |
| COPERART | Cooperativa de Artesanato do Poti Velho |
| DOU | Diário Oficial da União |
| EIA | Estudo de Impacto Ambiental |
| EPA | <i>Environmental Protection Agency</i> |
| GLP | Gás Liquefeito de Petróleo |
| ICMS | Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços |
| INEA | Instituto Estadual do Ambiente |
| INT-RJ | Instituto Nacional de Tecnologia do Rio de Janeiro |
| IPT | Instituto de Pesquisas Tecnológicas |
| ISO | <i>International Organization for Standardization</i> |
| PIB | Produto Interno Bruto |
| PNRSO | Política Nacional de Resíduos Sólidos |
| PRAD | Plano de Recuperação de Áreas Degradadas |
| RH | Recursos Humanos |
| SEBRAE | Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas |
| SINDUSCAN | Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo |
| SWOT | <i>Strength, Weakness, Opportunity, Threat</i> |
| UFSCar | Universidade Federal de São Carlos |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Fluxograma das etapas do processo de produção de cerâmica vermelha. 1: Telhas e 2: Tijolos furados, blocos, lajes, elementos vazados, tubos (manilhas) e alguns tipos de telhas | 27 |
| Figura 2 - Fluxograma das etapas centrais do processo de produção de cerâmica vermelha com as principais entradas e saídas de insumos e materiais durante a fabricação. 1: Telhas e 2: Tijolos furados, blocos, lajes, elementos vazados, tubos (manilhas) e alguns outros tipos de telhas não tradicionais | 37 |
| Figura 3 - Fluxo tradicional da logística reversa | 48 |
| Figura 4 - Tempo de funcionamento da empresa em relação ao número de funcionários e o custo mensal com recursos humanos | 60 |
| Figura 5 - Média salarial em relação ao tempo de operação das empresas | 61 |
| Figura 6 - Tempo de funcionamento da empresa em função do número de tipos de tijolos fabricados e produção mensal das empresas | 62 |
| Figura 7 - Tempo de funcionamento da empresa, custo com a principal matéria-prima (argila) e a número e produção mensal | 62 |
| Figura 8 - Tipo de forno utilizado nas empresas pesquisadas | 64 |
| Figura 9 - Tipo de forno utilizado, tempo de funcionamento da empresa e custo mensal com energia elétrica..... | 65 |
| Figura 10 - Tipo de forno utilizado, consumo de matéria-prima estimada e produção mensal | 65 |
| Figura 11 - Tipo de forno utilizado, custo de manutenção deste e produção mensal..... | 66 |
| Figura 12 - Análise do tipo de combustível utilizado em todas as empresas pesquisadas | 67 |
| Figura 13 - Tipo de combustível utilizado, tempo de funcionamento da empresa e produção mensal..... | 68 |
| Figura 14 - Tempo de funcionamento da empresa, custo com a aquisição do combustível e produção mensal | 68 |
| Figura 15 - Tempo de funcionamento da empresa, custos totais levantados e produção mensal | 69 |
| Figura 16 - Análise do uso de energia alternativa nas empresas pesquisadas..... | 72 |
| Figura 17 - Análise do conhecimento energético sobre o briquete de biomassa..... | 72 |
| Figura 18 - Análise da possibilidade da utilização do briquete de biomassa | 73 |
| Figura 19 - Análise do tipo de tratativa das cavas exploradas pelas empresas ceramistas avaliadas | 75 |
| Figura 20 - Análise das expectativas em relação ao setor ceramista..... | 76 |
| Figura 21 - Análise estratégica do segmento de cerâmica vermelha no município de Campos dos Goytacazes | 78 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Classificação da indústria cerâmica nacional | 20 |
| Tabela 2 - Tipos de secagem, principais vantagens e desvantagens | 30 |
| Tabela 3 - Tipos de secagem, principais características | 30 |
| Tabela 4 - Tipos de fornos intermitentes e suas principais vantagens e desvantagens | 33 |
| Tabela 5 - Tipos de fornos contínuos e suas principais vantagens e desvantagens | 34 |
| Tabela 6 - Dimensões e tolerâncias de blocos cerâmicos para vedação | 34 |
| Tabela 7 - Recursos usados na produção de cerâmica e impactos ambientais | 38 |
| Tabela 8 - Informações obtidas durante a pesquisa e a aplicação do questionário nas empresas pesquisadas do polo cerâmico da Região de Campos dos Goytacazes | 56 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 OBJETIVOS | 15 |
| 2.1 Objetivo Geral | 15 |
| 2.2 Objetivos Específicos..... | 15 |
| 3 REVISÃO DA LITERATURA | 16 |
| 3.1 Breve histórico da Indústria Ceramista | 16 |
| 3.2 Setor da Cerâmica Vermelha | 21 |
| 3.3 Setor da Cerâmica Vermelha no município de Campos dos Goytacazes..... | 23 |
| 3.4 Processo Produtivo no Setor da Cerâmica Vermelha | 26 |
| 3.5 Impactos socioambientais na produção de Cerâmica Vermelha | 35 |
| 3.6 Impactos do Setor da Cerâmica Vermelha no município de Campos dos Goytacazes | 40 |
| 3.7 Aspectos Legais Aplicados ao Setor da Cerâmica Vermelha | 42 |
| 3.8 Logística Reversa Aplicada ao Setor da Cerâmica Vermelha..... | 45 |
| 4 METODOLOGIAS | 53 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 55 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 79 |
| 7 REFERÊNCIAS | 82 |
| APÊNDICE I..... | 94 |
| ANEXO I..... | 96 |

1 INTRODUÇÃO

A indústria ceramista está em um acelerado processo de mudança tecnológica e a engenharia se desenvolve em meio às novas realidades técnicas, econômicas, sociais e ambientais que se constata a nível global e nacional. Entre elas, se destacam, a responsabilidade das indústrias de aumentar sua viabilidade técnica e econômica, aliada principalmente às contribuições para o equilíbrio ecológico, o consumo consciente, o ajustamento social e a heterogeneidade cultural. Ou seja, a responsabilidade equilibrada e integrada dos capitais financeiro, humano e natural, todos em um mesmo patamar de importância, visando um desenvolvimento sustentável.

Nesta conjuntura, as discussões sobre a sustentabilidade se transformaram em um tema essencial e recorrente, principalmente desde a última década do passado século. A partir desta época, muitas políticas públicas deixaram de se restringir a campos específicos, intensificando-se as ações mais integradoras (MATOS; ALENCAR, 2019). Como consequência, importantes marcos regulatórios vêm sendo constituídos, políticas, normas e legislações são estabelecidas em todo o mundo. No âmbito nacional, se destacam a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e a Lei Federal nº 12.305 de 2010, que entre outros princípios e instrumentos, ressaltam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a sua logística reversa (BRASIL, 2019).

A logística reversa é assim denominada na medida em que sua característica é o reverso, ou seja, ao invés de um fluxo linear, único dos recursos materiais, acrescenta-se a concepção de um ciclo bidirecional, compreendendo o fluxo direto e reverso. Com o retorno do produto, ou em alguns casos, determinados tipos de matéria-prima após seu consumo ou seu reaproveitamento. Seja isto em sua forma original ou ainda posteriormente a sua transformado em novos produtos. Assim, quando corretamente aplicada pelas organizações, esta prática pode ser uma importante ferramenta de vantagem competitiva e de sustentabilidade, agregando valores econômicos, sociais e ecológicos (SILVA, 2019).

Neste sentido, verifica-se que a indústria global vem incorporando os novos modelos de negócios, as novas tecnologias de digitalização, de internet ou redes globais, de compartilhamento e os novos padrões de economia de baixo carbono e especificamente de logística reversa. Entretanto, seu desenvolvimento ainda é centralizado, com as maiores concentrações na Europa, nos Estados Unidos e no Japão. No âmbito nacional, nos últimos anos, o país enfrentou uma profunda recessão econômica e os impactos sobre a indústria foram muito significativos, com um recuo da produção industrial aos níveis de 2004, ocupando um

lugar de pouco destaque global no fator infraestrutura e logística (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2018). Contudo, verifica-se o mesmo panorama mundial com mais de 70% da produção industrial concentrada na região Sudeste e especificamente a indústria paulista representando cerca de 34% da produção nacional (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2019).

Entre as principais organizações industriais, se destacam as indústrias de base, as de bens intermediários e as de bens de consumo. Estas podem ser caracterizadas, respectivamente, como aquelas que transformam a matéria-prima bruta em matéria-prima processada, para a utilização por outras indústrias, as que produzem máquinas e equipamentos utilizados nas indústrias de bens de consumo e aquelas que convertem matéria-prima fabricada pela indústria de base em bens (duráveis, semiduráveis e não duráveis) para o consumidor final. A primeira manufatura brasileira foi a do açúcar, uma indústria de base, seguida da mineração, destacando-se nesta a indústria cerâmica. Esta indústria compreende todos os materiais inorgânicos, não metálicos, obtidos geralmente após tratamento térmico em elevadas temperaturas e pode ser considerada como uma das primeiras indústrias de transformação implementadas no Brasil, que se expandiu e modernizou dinamizando a economia e o crescimento do país (INSTITUTO DE PEQUISAS TECNOLÓGICAS, 2018).

A produção cerâmica nacional totalizou em 2018 um número que corresponde a aproximadamente 7.400 empresas. As quais são responsáveis por aproximadamente 300 mil empregos diretos e 900 mil de indiretos, gerando um faturamento anual de R\$ 18 bilhões a partir de processos de fabricação que se assemelham entre si parcial ou totalmente, podendo diferir de acordo com o tipo de produto ou conforme o material desejado (BRASIL, 2018; ANICER, 2019; FAGUNDES, 2019).

A importância da indústria ceramista se evidencia pelo seu realce na economia nacional, assim como também, pela sua capilaridade territorial, contando com empreendimentos de forma significativa nos diversos estados brasileiros. Um panorama geral envolvendo as principais associações, instituições e sindicatos mostra que o setor conta com 26 associações, 45 instituições de ensino, 15 instituições de pesquisas e serviços e 51 sindicatos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA, 2019a). Contudo, o setor ganha relevância particularmente em algumas regiões, tais como a Sul e Sudeste, em razão da maior densidade demográfica, da atividade industrial e agropecuária, da melhor infraestrutura e distribuição de renda, associado ainda às facilidades de matérias-primas, energias, escolas técnicas, centros de pesquisa e universidades. Portanto, são nelas que se concentram as indústrias de todos os segmentos cerâmicos, constituindo os chamados arranjos produtivos locais (APLs), ampliando

consideravelmente sua inserção na economia desses territórios e sua proeminência na geração de postos de trabalho e renda (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 2018; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA, 2019a). Uma destas regiões é a região norte do estado do Rio de Janeiro, especificamente o município de Campos dos Goytacazes, onde se desenvolve há várias décadas um importante polo ceramista. Este polo, pelos níveis de produção já alcançados, se credencia como estratégico para o desenvolvimento regional, estadual e nacional, sendo responsável pela maior produção de blocos de vedação e a segunda maior produção de tijolos do Brasil, contando com cerca de 116 unidades, sendo algumas não produtivas (MARVILA, 2018; PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS DOS GOYTACAZES, 2018).

Geralmente a abundância de matérias-primas naturais, de fontes energéticas e a disponibilidade de tecnologias práticas embutidas nos equipamentos industriais, fizeram com que muitas indústrias cerâmicas brasileiras evoluíssem rapidamente e muitos produtos dos diversos segmentos cerâmicos atingissem nível de qualidade internacional, com apreciável quantidade exportada (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA, 2019a). Entretanto, atribui-se à indústria ceramista brasileira significativos impactos sociais e ambientais. Socialmente pela caracterização da utilização de recursos humanos desqualificados e sem investimentos de modo consistente na sua qualificação e remuneração. Do ponto de vista ambiental, devido sobretudo ao elevado consumo de recursos minerais naturais e especificamente aos impactos associados a sua convencional etapa de extração, responsável pela deterioração do solo e a constante insurgência de áreas degradadas. Além disto, nas etapas de industrialização da matéria-prima, incluindo seu tratamento térmico, há a geração de um volume considerável de resíduos sólidos com desperdício de materiais, em função da assídua fragmentação das peças, da existência de não conformidades de forma, da calcinação irregular, entre outros fatores. Ainda, a fase de industrialização, assim como o transporte e a comercialização dos produtos finais, acarreta um expressivo consumo de energia e volumosas emissões de gases de efeito estufa (GEE), conjuntamente com as demais agravantes sociais e ambientais, que tendem a se intensificar devido ao crescimento populacional gradativo e à consequente demanda construtiva (LIMA, 2018; SANTOS; JÚNIOR, 2008; FAGUNDES, 2019).

O Brasil avançou na diminuição dos impactos sociais e ambientais em vários setores industriais. Entretanto, deverá progredir muito neste sentido, havendo ainda oportunidades para o país se tornar referência na economia circular (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2018). Sendo que, parte destes impactos podem ser reduzidos com a

implementação específica de uma estratégia ou um programa de logística reversa. Estas transformações poderão produzir ainda importantes resultados econômicos e de análises de mercado pela operacionalização dos resíduos, reaproveitando-os de maneira que retomem valor econômico para a empresa e contribuam com as questões sociais e ambientais destacadas anteriormente.

Neste contexto, em função da importância da indústria cerâmica e do seu potencial de expansão, assim como, pelo fato de constituir um dos fatores de fragilidade nas principais cadeias produtivas, o presente trabalho dissertativo teve como principal objetivo caracterizar esta indústria, seus principais impactos e, por fim, a logística reversa nesta cadeia produtiva de maneira geral e especificamente no polo ceramista de Campos dos Goytacazes, Estado do Rio de Janeiro. Isto, por meio de uma revisão da literatura, abrangendo o estudo de trabalhos científicos em conformidade com os temas destacados anteriormente, assim como, uma análise de caso específico no polo industrial acima destacado. Para isto, foi realizado um estudo junto às cerâmicas desta região, tendo em vista a aplicação de um instrumento de pesquisa, devido à carência de caracterização e à importância do setor, principalmente para a região Norte Fluminense.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Realizar um diagnóstico técnico, econômico, socioambiental da indústria da cerâmica vermelha no município de Campos dos Goytacazes, região Norte Fluminense, destacando os aspectos relacionados à gestão integrada visando a aplicação da logística reversa e o desenvolvimento sustentável do setor.

2.2 Objetivos Específicos

1. Realizar um levantamento e a integração de informações por meio de uma pesquisa bibliométrica sobre a indústria cerâmica e especificamente a indústria da cerâmica vermelha no município de Campos dos Goytacazes, com enfoque sobre tecnologias de produção, mercado e impactos socioambientais;
2. Realizar uma análise Survey por meio de questionário semiestruturado, com perguntas abertas, qualitativas e quantitativas, destacando as principais características empresariais e os fatores relacionados à gestão integrada, visando a aplicação da logística reversa e o desenvolvimento sustentável;
3. Diagnosticar com base na percepção de gestores e associados ao Sindicato dos Ceramistas de Campos, aspectos ligados à sustentabilidade no sistema de produção das indústrias de cerâmica vermelha no Polo da Baixada Campista;
4. Avaliar o planejamento estratégico geral adotado pelas indústrias do polo ceramista regional, destacando-se os entraves, forças e perspectivas, visando propostas de ações para o seu aprimoramento competitivo, sobretudo relacionadas à aplicação da logística reversa e à sustentabilidade do setor.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Breve histórico da Indústria Ceramista

A história do material cerâmico frequentemente se confunde com a própria história da humanidade. Por ser um material de grande resistência e durabilidade é frequentemente encontrado em escavações e descobertas arqueológicas e, desta forma, seu desenvolvimento se associa com a própria história da civilização. Em muitos casos, artefatos cerâmicos com o aspecto praticamente inalterado são os únicos elementos sobre os quais se pode reconstruir o grau de evolução, os hábitos, a religião e até as mudanças de civilizações já desaparecidas. Reporta-se a existência da cerâmica, do grego “*kéramos*”, que significa “terra queimada” ou “argila queimada”, desde há mais de dez mil anos, sendo o material mais antigo produzido pelo homem (ANICER, 2019).

As primeiras peças cerâmicas são datadas da época Pré-Histórica, especificamente vasos de barro, sem asa, com cor de argila natural ou em alguns casos com tons mais escuros devido à presença de óxidos de ferro. Provavelmente, no período paleolítico, estas peças substituíram a pedra trabalhada, a madeira e ainda os utensílios construídos de frutos, isto quando o ser humano ainda era nômade e vivia em constante deslocamento. Conforme o homem foi se organizando em núcleos, grupos e clãs, houve a necessidade da estocagem de alimentos em grande quantidade. Por isto e com o domínio da natureza e a descoberta do fogo, iniciou-se então a criação de métodos de confecção cerâmica, deixando a marca do seu tempo e de seu grupo nesses objetos. Essas marcas estão presentes não só nos objetos cerâmicos, mas também nas paredes de cavernas, pisos e estatuetas em argila, encontrados na França e Tchecoslováquia (MARQUES, 2017).

Por outro lado, a cerâmica artística e os materiais cerâmicos com características industriais utilizados na construção somente se desenvolveram alguns séculos depois e em grandes centros comerciais. A técnica construtiva em alvenaria de tijolos ou blocos cerâmicos remonta-se aos antigos caldeus e assírios, que em torno de 4000 a.C. já usavam este material para erguer casas e palácios. Após a Revolução Industrial, iniciou-se uma nova e vigorosa etapa de evolução da mais antiga das indústrias e esta etapa é estendida até hoje. Nos últimos anos, esta indústria adotou a produção em grande escala, garantida pela manufatura de equipamentos e a introdução de técnicas de gestão, incluindo o controle de matérias-primas, dos processos e dos produtos fabricados (ANICER, 2019). Além disto, as unidades ceramistas acompanham as demandas da humanidade. Neste processo evolutivo, a grande expressão demográfica e o

crescimento econômico intensificam a construção de moradias, comércios e indústrias, que demandam uma quantidade maior de artefatos cerâmicos. Ou seja, a capacidade de uma produção escalável torna os produtos cerâmicos essenciais para as novas sociedades, cada vez mais numerosas e complexas (BORTOLATTO, 2018).

No Brasil, a cerâmica teve seus primeiros registros na Ilha de Marajó (PA), a partir da avançada cultura indígena que floresceu no local e que não chegou ao Brasil com os portugueses, em 1500, nem fazia parte da cultura dos escravos. Nesta época, os índios já haviam firmado a cultura do trabalho em barro e ainda desconhecendo o torno e operando com instrumentos rudimentares, o índio da Ilha do Marajó conseguiu criar uma cerâmica de valor internacional, que mostra uma superação dos estágios primitivos da Idade da Pedra e do Bronze. O material ali produzido era altamente elaborado e de uma especialização artesanal que compreendia várias técnicas, entre as quais, raspagem, incisão, excisão e pintura. Ou seja, estes índios produziam objetos de cerâmica com desenhos semelhantes aos construídos em peças das consideradas "grandes civilizações" do mundo, entre as quais, a do México, da China e da Índia (LINHARES, 2018).

Desta forma, os colonizadores, apenas estruturaram o setor, concentraram a mão de obra, ao instalarem as primeiras olarias em terras brasileiras, iniciando a partir daí, um desenvolvimento mais acelerado do segmento. O rudimentar processo aborígene, no entanto, sofreu modificações com as instalações de olarias nos colégios, engenhos e fazendas jesuítas, onde se produziam louças de barro, além de tijolos e telhas. A introdução de uso do torno e das "rodadeiras" foi a mais importante dessas influências. Com essas técnicas, houve um ganho na qualidade e na produtividade, especificamente uma maior simetria na forma e melhores acabamentos com um menor tempo de trabalho (LINHARES, 2018).

Em 1575, há indícios do uso de telhas na formação da vila que viria a ser a cidade de São Paulo e a partir desse estímulo, começa o desenvolvimento da atividade cerâmica de forma mais intensa no Brasil. Sendo justamente as olarias o marco inicial da indústria em São Paulo, funda-se em 1893 a primeira grande fábrica de produtos cerâmicos do país por quatro irmãos franceses, naturais de Marselha. Inicialmente com o nome de "Estabelecimentos Sacoman Frères", e posteriormente alterado para "Cerâmica Sacoman S.A.", a empresa encerrou suas atividades ainda a meados do século passado, especificamente em 1956. Entretanto, o atual nome das telhas conhecidas por "francesas" é justamente devido à origem destes empresários (ANICER, 2019).

No início do Século XX, acompanhando as transformações socioeconômicas nacionais, com a intensificação do crescimento urbano e o início do processo de industrialização,

aumentou o consumo de artefatos cerâmicos visando substituir materiais característicos do período colonial. Conseqüentemente, com o crescimento do consumo destas peças, as olarias que operavam até então de forma familiar e artesanal, tiveram que se adaptar, modernizando as técnicas de produção, com a importação de equipamentos, a adoção de novos processos e localizando-se mais perto dos centros urbanos. No entanto, o grande avanço do setor cerâmico nacional, foi efetivamente verificado a partir de meados da década de 1960, com a implementação de políticas públicas habitacionais. Durante a década de 1970, sustentado por uma demanda continuada, ocorreu o “boom” da construção civil no país, provocando diretamente a expansão da indústria cerâmica nacional. Na esteira dessa ampliação do setor, deu-se a incorporação de processos inovadores, o lançamento de novas linhas de produtos e, em consequência, o crescimento e a diversificação da produção de minerais industriais para a indústria cerâmica brasileira. No início deste século, a indústria cerâmica passou novamente por um período de franca expansão, motivada pelo crescimento econômico nacional e por novas políticas públicas de fomento ao setor habitacional. Configurando-se como uma das principais atividades industriais no Brasil, sendo o 2º maior produtor de revestimento cerâmico, assim como, o 2º maior mercado consumidor do mundo liderado pela China. Ademais, nos últimos anos, o Brasil ultrapassou mercados importantes e tradicionais, tais como, o Italiano e o Espanhol. Como resultado do uso intensivo destes produtos cerâmicos, a produção da indústria no Brasil encontra-se entre as mais significativas mundialmente (ANICER, 2017; INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 2018).

De modo geral, o setor cerâmico integra o ramo de produtos minerais não metálicos da indústria de transformação, intensivo em capital, sendo que os segmentos mais representativos dessa indústria fazem parte do conjunto de cadeias produtivas que compõem o complexo da Construção Civil. Em 2017 o PIB brasileiro da indústria de transformação de materiais não metálicos totalizou US\$ 16,07 bilhões, recuando cerca de 4% com relação ao ano anterior e seguindo a trajetória dos seus principais mercados consumidores, principalmente a construção civil, que retraiu nesse mesmo período um 5%. No que tange às exportações, a indústria nacional de transformação de não metálicos, em 2017, somou US\$ 1,2 bilhão, com participação de 0,6% do total das exportações brasileiras (US\$ 127,7 bilhões). Essas exportações sendo representadas, praticamente, pelos segmentos de cerâmicas de revestimento e rochas ornamentais (BRASIL, 2018).

A indústria cerâmica compreende uma ampla gama de produtos fabricados por distintas matérias-primas e diferentes processos, sendo passível de várias formas de classificação em função da composição, das características e da aplicação. Neste contexto, há uma diferenciação

importante entre as indústrias cerâmicas tradicionais e a indústria cerâmica avançada no que diz respeito a suas matérias-primas. Enquanto as primeiras consomem basicamente substâncias minerais naturais, as cerâmicas avançadas são fabricadas a partir de matérias-primas sintéticas de alta pureza, por isto, é comum apresentar outras respectivas designações, tais como, cerâmica tradicional ou de base silicática e cerâmica avançada ou de óxidos (JUNIOR *et al.*, 2019).

O setor cerâmico é relativamente amplo e diversificado e segundo a sua aplicação, destaca-se o emprego justamente por causa de sua durabilidade e resistência como matéria-prima de diversos instrumentos domésticos, de vários elementos na construção civil, de material plástico artístico, assim como também, na fabricação de componentes de foguetes espaciais (ANICER, 2019). Contudo, possui ainda várias segmentações e a nível global, a indústria cerâmica é dividida em dez subgrupos principais, tais como, tijolos e telhas, pisos e azulejos, sanitários, cerâmica e louças, refratários, abrasivos, tubos de barro, argila expandida, esmalte de porcelana e cerâmica técnica. Sendo que, a complexidade do processo de produção é diversificada e as exigências do mercado são diferentes para cada subgrupo (BARATA *et al.*, 2019). No Brasil, são adotados vários tipos de segmentações (Tabela 1), especificamente cerâmica vermelha, materiais de revestimento (placas cerâmicas), cerâmica branca, materiais refratários, isolantes térmicos, fritas e corantes, abrasivos, vidro, cimento e cal e cerâmica de alta tecnologia (NETO, 2018; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA, 2019a). Embora as indústrias de vidro, cimento e cal envolvem processos similares e constituem conceitualmente produtos cerâmicos, por suas particularidades tecnológicas, importância e dimensão do mercado nacional, no Brasil são consideradas como setores à parte da indústria cerâmica (JUNIOR *et al.*, 2019).

Tabela 1 - Classificação da indústria cerâmica nacional

| Setor Cerâmico | Produtos |
|--|--|
| Cerâmica Vermelha ou Estrutural | Materiais empregados na construção civil (tijolos, blocos, telhas, elementos vazados, lajes, tubos cerâmicos e argilas expandidas), utensílios domésticos e de adorno. |
| Revestimentos | Materiais com formato de placas usados na construção civil para revestimentos em áreas internas e externas (azulejos, pastilhas, porcelanatos, lajotas, pisos, etc.) |
| Cerâmica Branca <ul style="list-style-type: none"> ▪ Louça sanitária e de mesa ▪ Isoladores elétricos ▪ Cerâmica artística e técnica | Materiais constituídos tradicionalmente por um corpo branco ou claro (razões estéticas e/ou técnicas), em geral, recobertos por uma camada vítrea transparente e incolor. |
| Materiais Refratários <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sílica ou sílico-aluminoso ▪ Aluminoso ▪ Cromítico-magnésiano ▪ Carbetos de silício ▪ Grafita, Carbono, Zircônia, etc. | Produtos que suportam elevadas temperaturas nas condições específicas de processo e de operação dos equipamentos industriais, que em geral envolvem esforços mecânicos, ataques químicos, variações bruscas de temperatura e outras solicitações. |
| Isolantes Térmicos <ul style="list-style-type: none"> ▪ Refratários isolantes ▪ Isolantes não refratários | Materiais isolantes classificados de acordo com a massa específica e a temperatura de uso. Compreendendo produtos como vermiculita expandida, lã de vidro e lã de rocha (empregados até 1.100°C); fibras ou lãs cerâmicas que apresentam composições tais como sílica, sílica-alumina, alumina e zircônia, que podem chegar a temperaturas de utilização de 2.000°C ou mais. |
| Fritas e Corantes | Matérias-primas para diversos segmentos cerâmicos que requerem determinados acabamentos. A frita (ou vidrado fritado) é um vidro moído, fabricado por indústrias especializadas a partir da fusão da mistura de diferentes matérias-primas. Os corantes constituem-se de óxidos puros ou misturas de pigmentos inorgânicos sintéticos, sendo utilizados como aditivos aos vidrados e corpos cerâmicos. Estes materiais combinados são aplicados na superfície do corpo cerâmico que, após a queima, adquire aspecto vítreo (mais estética, impermeabilidade e resistência mecânica). |
| Abrasivos | Grãos abrasivos obtidos por processos cerâmicos e produtos obtidos a partir desses materiais, destinados ao trabalho de corte, desbaste retífica e polimento (lixas, rebolos, discos de desgastes e corte, pedra de afiar, etc.). |
| Cerâmica Avançada | Materiais desenvolvidos a partir de matérias-primas sintéticas de altíssima pureza e por meio de processos rigorosamente controlados. São classificados de acordo com suas funções (eletroeletrônicos, magnéticos, ópticos, químicos, térmicos, mecânicos, biológicos e nucleares). |

Fonte: Adaptado da Associação Brasileira de Cerâmica – ABCERAM, 2019.

3.2 Setor da Cerâmica Vermelha

Na atualidade, o setor cerâmico, como exposto anteriormente, pode ser subdividido em diversos segmentos, que possuem características muito individualizadas, contudo, o mais importante economicamente é o segmento da cerâmica vermelha. De acordo com o último Relatório Anual da ANICER, este é responsável por mais de 90% das alvenarias construídas no Brasil, compreendendo principalmente a fabricação de materiais com coloração avermelhada que são geralmente empregados na construção civil, tais como, 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 (ANICER, 2019).

A nível nacional, este segmento caracteriza-se por sua grande heterogeneidade, sua forte participação no mercado e sua crescente expansão internacional. Contudo, prevalecem pequenos empreendimentos familiares (olarias, em grande parte não incorporadas às estatísticas oficiais), cerâmicas de pequeno e médio porte, com deficiências de mecanização e gestão e empreendimentos de médio a grande porte (em escala de produção). Pequenas e médias empresas atuam, em geral, como extratores próprios de jazidas de cerâmica tradicionais e extratores terceirizados da cerâmica técnica e avançada. As grandes empresas são mineradoras e beneficiadoras ligadas aos fabricantes de produtos de cerâmica técnica e avançada. O grande número de micro unidades produtivas desta indústria e sua distribuição pulverizada nos vários estados contribui para que, de modo geral, o setor apresente grande deficiência de dados estatísticos de produção e indicadores de desempenho consolidados, ferramentas indispensáveis para acompanhar o seu desenvolvimento e monitorar sua competitividade (BRASIL, 2018; JUNIOR *et al.*, 2019).

Entretanto, a produção mensal do setor da cerâmica vermelha no Brasil superava em 2017 a média de 3,5 milhões de peças e que a produtividade de cada trabalhador permanecia em torno de 18.300 por mês, o que corresponde a uma produção de 31,1 toneladas por mês (HENRIQUES; RODRIGUES, 2017). Essa produtividade é relativamente baixa quando comparada à produção europeia que já atingia em 2013 uma média de 200.000 peças/operário/mês (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2013). A grande concentração das indústrias de cerâmica vermelhas está nas regiões Sul e Sudeste com destaque para o Rio Grande do Sul, São Paulo e Paraná que juntos produzem cerca de 40% da produção total do país (HENRIQUES; RODRIGUES, 2017). Do número total de fábricas, 4.346 produzem tijolos cerâmicos, 2.547 fábricas produzem telhas e apenas 10 fábricas

produzem tubos de argila (SILVA *et al.*, 2017; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017).

Nesta indústria, apesar da disseminação territorial, é comum a nucleação em aglomerados produtivos. Sendo definido o local de instalação das fábricas em função principalmente da localização da jazida, devido à grande quantidade de matéria-prima processada, e à proximidade dos centros consumidores e em função dos custos de transporte. Quanto maior o grau de qualidade da matéria-prima, maior é a importância assumida por esse fator locacional. Uma empresa localizada longe da jazida somente se justifica quando essa é de qualidade excepcional (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2013). Neste contexto, as matérias-primas básicas utilizadas são as argilas, empregadas designadamente na fabricação de materiais cerâmicos, tais como, blocos de vedação, blocos estruturais, telhas, tijolos maciços, tubos e ladrilhos (AREIAS *et al.*, 2017; MORAIS; SPOSTO, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2017; INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 2018).

Estas argilas são conhecidas na literatura como sendo argilas comuns e basicamente são formadas por sedimentos pelíticos consolidados e inconsolidados, como argilas aluvionares quaternárias, argilitos, siltitos, folhelhos e ritmitos, que queimam em cores avermelhadas, a temperaturas variáveis entre 800 e 1.250°C (JUNIOR *et al.*, 2008). Tradicionalmente a argila pode ser definida como uma fração granulométrica do solo com tamanho de grãos inferiores a 2 µm (COUTINHO; VIEIRA, 2016; GAMA *et al.*, 2017; SCHJONNING *et al.*, 2017). Outra definição utilizada para argila é que ela é um material natural composto por partículas pequenas de um ou mais argilominerais, podendo ser considerada como um tipo de solo (CARASEK, 2007; ZHOU *et al.*, 2016; HAMIDI; MARANDI, 2018).

Segundo Santos (2001) a argila é um tipo de rocha sedimentar, constituída por silicatos hidratados de alumínio, ou seja, silício combinado com oxigênio, moléculas de água e alumínio, além de partículas de ácidos metálicos e matéria orgânica. Esta composição pode apresentar diferentes proporções e por isto dar origem a distintas tonalidades. Existem diversas classificações e tipos de argila que podem ser diferenciados de acordo com a forma como se apresentam na natureza, ou seja, na forma de resíduos e na forma transportada. A residual é a aquela que permanecem no local onde foi formada e a transportada é aquela que é removida do seu lugar original, seja por força da água, de geleira ou de ventos. Regionalmente este material recebe diferentes denominações, tais como barro, saibro, taguá, arenoso, caulim, massara, piçarra, salmorão, argila de goma, areia rosa, areia de meia liga, areia de reboco e outros (CARASEK, 2007).

A mineração nacional das argilas tem a predominância em minas de pequeno porte, apresentando um baixo valor unitário, o que faz com que geralmente se operem de modo cativo para a própria cerâmica, ou então abasteçam apenas mercados locais. Ainda assim, sua exploração é a 4ª maior da mineração no Brasil em termos de volume, posicionando-se abaixo da produção de ferro, da exploração de areia e de brita. Sendo que, a partir da produção estimada de 63,6 bilhões de peças/ano de cerâmica, considerando a massa média de 2,0 kg/peça, pode-se estimar a utilização de aproximadamente 140 milhões de toneladas de argila (BRASIL, 2018).

Finalmente, pode se ressaltar que o setor de cerâmica vermelha no Brasil precisa de uma melhoria no conhecimento geológico das atuais reservas e de novos estudos prospectivos para a definição de novas áreas de extração de argilas. Isto ampliaria as reservas atuais, atenderia à provável demanda crescente do mercado consumidor e haveria uma manutenção da atividade extrativa e do suprimento de matéria-prima compatível com outras atividades econômicas e com a preservação ambiental. Destacando-se também a necessidade a nível nacional da formalização da atividade extrativa, uma vez que parte dos empreendimentos operam de maneira informal ou em desacordo com a legislação. E por último, verifica-se o baixo investimento em tecnologias e a pouca inovação principalmente de materiais alternativos para esse importante setor produtivo (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS 2013).

3.3 Setor da Cerâmica Vermelha no município de Campos dos Goytacazes

Com a mais vasta área do Estado do Rio de Janeiro, Campos dos Goytacazes é constituído de 14 distritos: Campos de Goytacazes, Dores de Macabu, Ibitioca, Morangaba, Morro do Coco, Santa Maria, Santo Eduardo, Serrinha, Travessão e Vila Nova de Campos, Mussurepe, Tócos, Santo Amaro e São Sebastião, sendo que esses quatro últimos compõem a Baixada Campista. Segundo Lamego (1955), a baixada caracteriza-se por uma vasta várzea originária de uma antiga baía que, após regressão marinha e ascensão continental, ocasionou uma planície de grande extensão onde é comum a ocorrência de solos com camadas argilosas, cuja distribuição é aleatória. As últimas divisões municipais territoriais são datadas de 1991 e de 2007, permanecendo com uma área superficial de 4.031,989 km² e uma população estimada em 503.424 campistas (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018a).

A despeito da grande capilaridade territorial, como acontece em outras regiões do país, o fator geológico (existência de jazidas), associado a outros condicionantes favoráveis, como a proximidade de mercados, a base infraestrutural privilegiada e a cultura empresarial, tem conduzido à concentração geográfica do setor cerâmico na cidade, o que leva à constituição de aglomerados produtivos (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 2018). Desta forma, esta municipalidade constitui um polo cerâmico estadual, com inserção considerável na economia e na geração de postos de trabalho e renda do município (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS DOS GOYTACAZES, 2018).

A indústria cerâmica iniciou-se paralelamente ao surgimento e ao desenvolvimento do município, pois devido à necessidade de novas moradias, pequenas olarias foram surgindo em função da demanda dessas construções. As matérias-primas utilizadas são relativamente abundantes e de fácil manuseio, extraídas da bacia sedimentar, que é formada por um solo basicamente argiloso-siltoso, composto por sedimentos transportados pelo Rio Paraíba do Sul e seus afluentes durante o período Quaternário, em especial na última regressão marinha datada de 5.000 anos. Esses sedimentos foram sendo depositados às margens do rio, durante os períodos de cheias e de sua deriva sobre sua planície de inundação no processo migratório de seu delta. O perfil deste solo corresponde a uma seção limítrofe referenciada pelo lençol freático e é composto por dois ou três horizontes, horizontes A/B/C (Cambissolos) ou A/C (Neossolos Flúvicos). Há dois tipos de jazidas e de lavras no município, aquelas das quais os ceramistas são os próprios proprietários da terra e as de arrendamento, onde os pequenos e médios proprietários rurais arrendam suas terras para a extração do material argiloso (barro). Em ambos os casos, o processo de lavra geralmente é o mesmo, inicialmente o horizonte A (até 25 cm) é removido para um local próximo e as escavações prosseguem até uma profundidade que varia de 2 a 5 m, onde são encontrados cordões de areia ou o lençol freático. Estas características geológicas impulsionaram a indústria cerâmica até os dias de hoje, colocando-a em destaque no cenário industrial geral (ALEXANDRE *et al.*, 2010).

As argilas da cidade de Campos dos Goytacazes foram amplamente estudadas e caracterizadas por pesquisadores da região nos últimos anos (ALEXANDRE, 2000; VIEIRA, 2001; VIEIRA; PINHEIRO, 2011; CANDIDO *et al.*, 2013; COUTINHO; VIEIRA, 2016; AREIAS *et al.*, 2017). Os resultados destes estudos mostram que estas argilas apresentam bons parâmetros de trabalhabilidade e altos teores de plasticidade, devido a seu alto teor de partículas finas. Esta plasticidade, segundo os estudos, está diretamente influenciada pela posição em que a argila é extraída. Verificou-se que partículas mais finas são encontradas em maiores

profundidades, ou seja, camadas mais profundas apresentam argilas mais plásticas (98% de teor de finos) que as argilas encontradas em camadas superficiais (70% de teor de finos).

As argilas encontradas na região possuem propriedades caulínicas que através da composição química, altos teores de SiO_2 e Al_2O_3 , se mostram ideais para produtos da cerâmica vermelha e alta estabilidade em presença de água (ALEXANDRE, 2000; MARVILA, 2018). Sendo de coloração cinza quando são obtidas em camadas mais profundas e de coloração amarela aquelas obtidas nas camadas mais superficiais das jazidas (MARVILA, 2018). Não obstante, as argilas encontradas no Norte Fluminense, quando utilizadas sem algum tipo de mistura não oferecem condições para uma estrutura cerâmica bem consolidada quando queimadas a temperaturas de 900°C , por ser extremamente refratárias. Desta forma, é necessária a mistura com agentes com alto teor de óxidos alcalinos para diminuir a porosidade em temperaturas abaixo de 100°C . Tal fator não interfere diretamente na produção de tijolos, porém, para a produção de telhas é requerida a adição de aditivos químicos (ALEXANDRE *et al.*, 2014).

Em 2004, foi criada a Rede Campos Cerâmica (RCC), visando uma inter-relação por intermédio da troca de conhecimentos, da melhoria de processos, dos compartilhamentos de recursos, de compras e de vendas. Hoje, a RCC tem sido um exemplo no país, em cooperação empresarial. Segundo a RCC, existiam em 2018 cerca de 116 cerâmicas no polo industrial de Campos. Estas empresas produzem aproximadamente 25 produtos diferentes, principalmente blocos de vedação, blocos estruturais, lajes e produtos decorativos (elementos vazados), com uma capacidade de produção de 96 milhões de tijolos por mês. No entanto, devido às dificuldades financeiras que assolam o setor cerâmico, recentemente vem sendo produzidos aproximadamente 50 milhões de tijolos por mês, circulando uma renda mensal de aproximadamente R\$ 11 milhões. Outro fator relevante é a quantidade de empregos diretos gerados pelo setor, segundo a RCC, cerca de 2000 pessoas dependem economicamente da atividade cerâmica na região (REDE CAMPOS CERÂMICA, 2019).

A citada produção municipal é fundamentalmente designada para a fabricação de blocos de vedação e os principais mercados consumidores das mercadorias cerâmicas produzidas são as regiões metropolitanas do Rio, com cerca de 70%, de Vitória e a Zona da Mata Mineira. Os demais mercados expressivos são a Região dos Lagos, o Norte e o Noroeste Fluminense (DIAS, 2011).

Estes níveis técnicos e econômicos que envolvem a atividade ceramista no município de Campos dos Goytacazes, e principalmente pelos níveis de produção já alcançados, a credenciam como a maior produtora de blocos de vedação e a segunda maior produtora de

tijolos do Brasil, mostrando uma função estratégica para o desenvolvimento regional e estadual (LIMA, 2018).

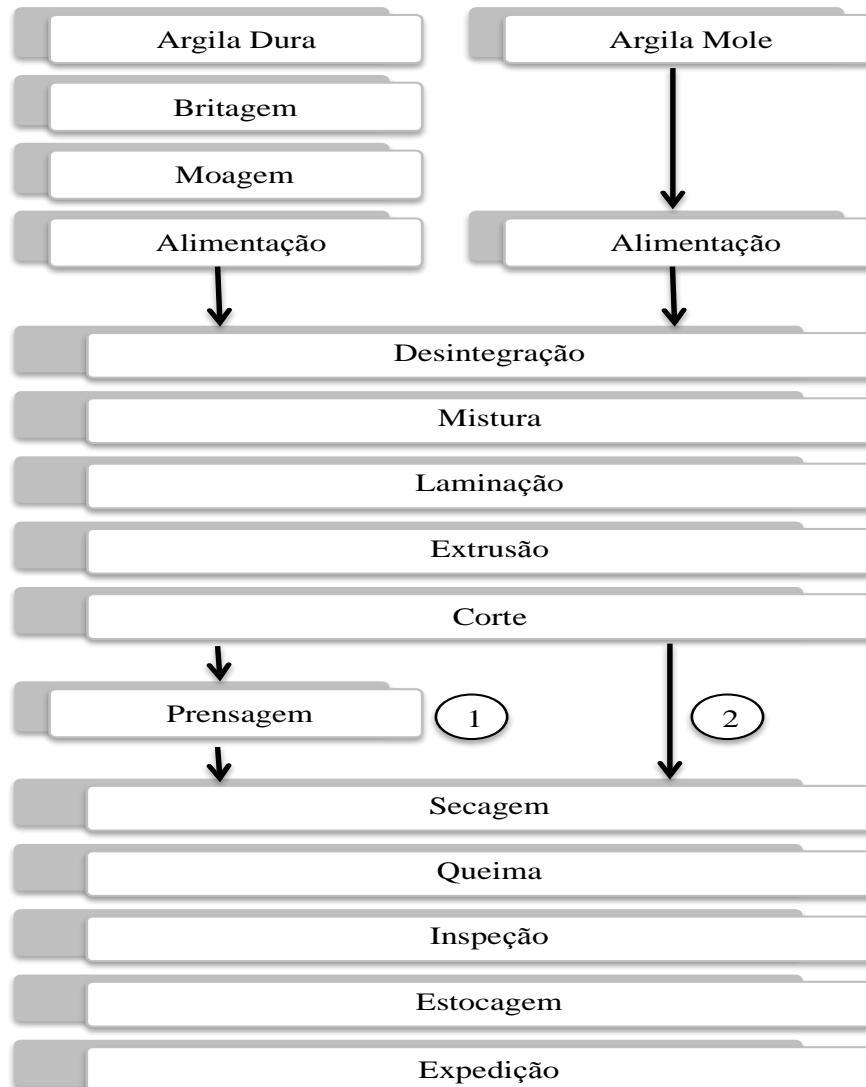
3.4 Processo Produtivo no Setor da Cerâmica Vermelha

O conhecimento sobre as técnicas de trabalho com as argilas é muito antigo, contudo, é a base para o entendimento das tecnologias e os processos utilizados pelos ceramistas (MARQUES, 2017). Podendo-se colocar de maneira simplificada, que estas técnicas visam a produção de artefatos a partir da argila, que se torna plástica e de fácil modelagem quando umedecida e rígida e resistente após ser submetida a secagem a altas temperaturas (ANICER, 2019).

Desta forma, todos os processos de manufatura empregados pelos diversos segmentos cerâmicos nacionais assemelham-se entre si em algumas etapas ou integralmente, podendo se diferenciar estes segundo o tipo de produto ou então de acordo com o material desejado. Entretanto, de um modo geral, a fabricação de produtos cerâmicos compreende as etapas de extração e preparação da matéria-prima e da massa, de conformação das peças, de tratamento térmico ou calcinação, de acabamento e por último, de expedição (FAGUNDES, 2019).

Desde a chegada da matéria-prima da área de extração até o produto final entregue ao cliente a argila passa por vários procedimentos que acarretam em reações químicas e lhe proporcionam forma e estrutura. O processo produtivo no setor da cerâmica vermelha, em síntese, compreende as etapas que se iniciam com a exploração das jazidas, seguido pelo beneficiamento e o acabamento em peças finais, até o armazenamento e transporte. Sendo ele basicamente o mesmo para todos os tipos de cerâmicas vermelhas e cujas etapas podem ser visualizadas na Figura 1. Contudo, para o melhor entendimento, serão descritos os subsistemas que compõem esta cadeia produtiva.

Figura 1 - Fluxograma das etapas do processo de produção de cerâmica vermelha. 1: Telhas e 2: Tijolos furados, blocos, lajes, elementos vazados, tubos (manilhas) e alguns tipos de telhas



Fonte: Adaptado da Associação Brasileira de Cerâmica – ABCERAM, 2019.

A primeira etapa de produção da cerâmica vermelha é a extração da argila, principal matéria prima do processo, segundo destacado anteriormente. A extração é realizada à céu aberto, preferencialmente nos meses de menor precipitação e geralmente de forma manual. Em alguns casos a extração pode ser realizada de maneira automatizada ou mecanizada (principalmente quando há incidência de chuvas). Nesta etapa, são necessários alguns equipamentos, como máquinas retroescavadeiras, pá carregadeiras, tratores de esteira com lâmina, entre outros equipamentos. A argila extraída é então caracterizada, e em seguida passa por um período de descanso, sendo armazenada em pequenos lotes, para acelerar o processo de

decomposição da matéria orgânica nela contida e dos sais solúveis (NUNES, 2012; FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2013).

Como a matéria-prima utilizada nestas indústrias é encontrada em sua forma natural em grandes jazidas, a colocação direta da mesma na linha de fabricação pode ocasionar sérios problemas de qualidade no processo e conseqüentemente no produto final. Somente com uma preparação adequada da massa, problemas comuns durante o processamento, como trincas, deformações e variações no processo de extrusão, podem ser minimizados e até mesmo evitados (TUBINO, 2006).

Desta forma, conforme mostrado na Figura anterior, no caso das argilas mais duras, a massa que segue o fluxo para a fabricação é submetida à etapa de britagem, paralelamente com a dosagem. Ou seja, na britagem, além de triturar a massa e reduzi-la a tamanhos menores e mais uniformes, esta também é umedecida. Seguidamente tem a etapa de dosagem que deve ser realizada por um profissional experiente, adicionando água e controlando a umidade com precisão, pois o teor de água na massa pode comprometer tanto o rendimento e o processamento das máquinas quanto a qualidade do produto final. Após o descanso, por um período entre 24 a 48 horas, inicia-se então a etapa de preparação da massa cerâmica propriamente dita, onde se misturam os tipos de argila com água e outros materiais em dosagens apropriadas de acordo com as características do produto que se deseja produzir (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2013).

Nesta etapa, a homogeneização é fundamental para resultar em produtos de boa qualidade. Para isto, a massa passa por um misturador que corta a massa com lâminas em movimentos circulares, trazendo homogeneidade e dando forma e textura ao que é chamado de traço. Na laminação a massa é compactada por meio de grandes rolos girando um contra o outro, o que retira as bolhas de ar, assim como, pequenos pedaços não homogeneizados (OLIVEIRA, 2011).

A qualidade da laminação determina a qualidade do acabamento dos produtos, evita perdas e pode levar a uma redução no consumo de energia na queima visto que a granulometria do material diminui (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2013). Esta operação proporciona também um aumento na densidade da mistura da argila, contribuindo para a próxima etapa do processo, a extrusão, o que evita imperfeições na peça e melhora a qualidade do produto depois de moldado. Nesta etapa, também ocorre a adição de certa quantidade de água, que tem que ser cuidadosamente definida para garantir uma excelente plasticidade durante a conformação dos materiais (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIAS, 2010).

Segundo Tapia *et al.* (2010), a umidade e a plasticidade devem ser suficientes para permitir uma adequada passagem por meio do molde ou boquilha (etapa de extrusão). Contudo, Grigoletti (2001) relata que, a faixa aceitável para as máquinas nacionais está entre 18 e 25% de água em relação ao peso úmido da pasta. Se a umidade estiver abaixo ou acima desta faixa, pode haver prejuízo técnico, especificamente ser prejudicial à extrusora ou maromba (nome popular dado à extrusora). Outros fatores podem dificultar a extrusão, tais como, o molde utilizado (boquilha), a qualidade da extrusora, a composição e a preparação da massa (WIECK; 2013).

Na etapa da extrusão, após a laminação, a massa é recebida pelas esteiras mecânicas e prensada em uma câmara a vácuo, sendo forçada por um pistão helicoidal. Na extremidade da extrusora há um molde no formato do tijolo desejado, por onde a massa sai prensada, continuamente, na forma definida. Contudo, o tamanho desejado somente é definido na etapa de corte, onde se utilizam fios de aço esticados, que trabalham em sincronia com a esteira mecânica que movimenta os tijolos na linha de produção. Caso a peça a ser preparada for telha, é necessária uma etapa de prensagem, onde a massa é colocada em um molde específico para o modelo da telha e prensada sob pressão. Ainda após a prensagem e as outras etapas anteriores, o produto moldado contém água interna que precisa ser eliminada, do contrário podem haver problemas no momento da queima, defeitos nas peças e na qualidade final. A umidade excessiva ainda pode aumentar o tempo de queima, o que causaria maior gasto de combustível no forno. Nesta etapa há um alto consumo de energia e desgaste dos componentes, sendo responsável por mais de 15% dos custos de fabricação. O corte pode ser realizado com cortadores manuais ou automáticos, sendo empregado para dar a dimensão desejada ao produto. As peças cortadas podem ser retiradas manual ou automaticamente e por inspeção visual, são selecionadas e encaminhadas para o setor de secagem. Porém, as peças defeituosas podem ser reintroduzidas na etapa de preparação de massa (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2013).

A próxima etapa do processo produtivo, a secagem, pode ser realizada de forma natural, ao ar livre, em ambientes abertos ou em galpões fechados, contudo, sempre em ambientes protegidos da chuva. Uma outra possibilidade é a secagem artificial, com secadores ou ventiladores fazendo a circulação do ar com temperatura controlada, geralmente de 50°C até 150°C (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA, 2019b). Estes dois tipos de secagem apresentam vantagens e desvantagens, conforme mostrado a continuação na Tabela 2. Mesmo com uma secagem artificial e forçada, esta deve ser gradual e lenta, pois pode-se retirar a umidade exteriormente e não internamente e desta forma a peça não ficar uniforme em sua

estrutura, podendo facilmente vir a sofrer trincas, deformações ou até mesmo estouros e rupturas se tiver a ocorrência de ar no interior da peça. Neste caso, se utilizam ainda três tipos de secagem artificial, cujas características estão apresentadas na Tabela 3. Comumente, uma peça cerâmica é considerada seca quando a umidade remanescente nesta permanece entre 1% e 2% (TUBINO, 2006; OLIVEIRA, 2011).

Tabela 2 - Tipos de secagem, principais vantagens e desvantagens

| Tipo de Secagem | Vantagens | Desvantagens |
|------------------------|---|--|
| Natural | <ul style="list-style-type: none"> • Menor custo com geração de calor; • Favorece os locais em que as condições climáticas são mais favoráveis. | <ul style="list-style-type: none"> • Tempo elevado de secagem; • Baixa produção; • Dependência do fator climático; • Pode afetar a qualidade das peças (trincas, deformações, etc.) caso o processo não seja bem controlado. |
| Artificial | <ul style="list-style-type: none"> • Menor tempo de secagem; • Maior produtividade; • Redução de perdas; • Melhoria da qualidade das peças. | <ul style="list-style-type: none"> • Custo com geração de calor; • Requer mais conhecimento técnico do operador; • Exige equipamentos e controles, como termômetros e higrômetros. |

Fonte: Adaptado de FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2013.

Tabela 3 - Tipos de secagem, principais características

| Intermitente | Semi-contínua | Contínua |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Muito utilizado para secagem de produtos sensíveis, como a telha e os blocos de grande massa (maciço). • O calor pode ser originado do resfriamento dos fornos, trazendo economia de energia. • A manipulação dos produtos pode ocasionar perdas. • A média de duração do processo de secagem neste tipo de secador fica em torno de 24 horas. | <ul style="list-style-type: none"> • O material entra no secador durante o processo de produção, empurrando a vagoneta de material seco. • Geralmente, são dotados de ventiladores altos viajantes com indução de ar quente por meio de aberturas no piso. • Este tipo de secador exige um pouco mais de conhecimento técnico, pois as alterações físicas do material ocorrem bruscamente. • A média de duração do processo de secagem neste tipo de secador fica em torno de 12 horas. | <ul style="list-style-type: none"> • Formado por uma galeria, na qual as vagonetas, com os produtos, deslocam-se lentamente e no sentido oposto, move-se a massa de ar quente que absorve a umidade evaporada na secagem e transporta-a pela ação de ventiladores até à entrada dos vagões. • Evita-se manipular demais os produtos. • Pode-se empregar ar quente recuperado dos fornos ou vapor d'água ou gás de combustão dentro de tubos metálicos que transmitem calor ao ar frio impelido por ventiladores. |

Fonte: Adaptado de FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2013.

O material industrial obtido posteriormente a esta etapa permanece sensível, principalmente a choques, portanto devem-se evitar os solavancos e trepidações, sobretudo na etapa de transporte manual, e o excesso de carga nos carros. Sendo também recomendável que o material produzido seja encaminhado o mais rápido possível para o forno, uma vez que a argila tem o poder de reabsorver a umidade contida no ar, podendo desta forma diminuir a resistência do material (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2013).

As peças cerâmicas obtidas, depois de secas e desidratadas, seguem no fluxo operacional para a etapa de queima. Nesta operação os artefatos adquirem suas propriedades finais, sendo este tratamento térmico responsável por uma série de transformações físico-químicas nas peças, tais como, a perda de massa, o desenvolvimento de novas fases cristalinas, a formação de fase vítrea e a soldagem (sinterização) dos grãos. Esta etapa ocorre de acordo com a chamada curva de queima onde é evidenciado um comportamento de aquecimento até o pico de temperatura de queima seguido posteriormente por um período de resfriamento. Ou seja, um ciclo de queima compreendendo três fases, as quais podem ser descritas como um primeiro aquecimento a partir da temperatura ambiente até a temperatura desejada, posteriormente, um patamar durante certo tempo na máxima temperatura da curva de queima e por último, a fase de resfriamento até temperaturas inferiores a 200°C. A curva de queima teórica é um instrumento útil e necessário para qualquer processo de queima, representando a medida entre o tempo e a temperatura determinante no processo industrial. Sem a consideração desta curva seria praticamente impossível queimar um produto cerâmico com qualidade e continuidade, pois ela determina os pontos críticos que podem causar trincas no material (aquecimento e resfriamento). Além disto, considera-se que as taxas ou velocidades de aquecimento e de resfriamento destes materiais cerâmicos não deverão ultrapassar 40°C/h, principalmente na temperatura de risco, 575°C (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2013).

A temperatura de queima para tijolos está entre 750 a 900°C e para telhas está entre 900 a 950°C. Esta etapa pode ser praticada de duas formas distintas, por meio de uma queima (Monoqueima), onde logo após a secagem o bloco é queimado e em seguida é classificado ou por meio de duas queimas (Biqueima), onde é realizada uma primeira queima, posteriormente ocorre uma esmaltação dos blocos e somente após é realizada uma segunda queima e finalizado o processo (MARTÍN, 2004).

Em geral, o tempo do processo industrial pode levar algumas horas ou alguns dias, dependendo do tipo de forno, do combustível utilizado, ou até do tipo de produto cerâmico de

interesse. No forno ocorrerão as transformações físicas e químicas, ou seja, as alterações de estrutura e de composição, pois é justamente nesta etapa onde as peças adquirem suas propriedades físicas finais, tais como a resistência mecânica, a cor, as dimensões, entre outros parâmetros que variam de acordo com o tipo de produto, o processo, a produção, entre outros (BRASIL, 2019).

Nesta indústria se utilizam principalmente dois tipos de fornos, os intermitentes e os contínuos (Tabelas 4 e 5). Os fornos intermitentes são os mais comuns e os mais utilizados na indústria de cerâmica vermelha no Brasil e eles têm como principal característica a obrigatoriedade da parada na produção para a carga e a descarga, ou seja, é desenvolvido um processo em batelada ou em lotes em que o forno é inicialmente carregado, disparado, arrefecido e descarregado em cada fornada. Por outro lado, nos fornos contínuos, o processo de queima é sempre ativo e os tijolos não queimados são movidos por meio de disparos fixos. Estes fornos são mais eficientes do que os intermitentes e geralmente, para a produção em larga escala, o forno de túnel contínuo e o forno Hoffman são os mais utilizados (PAIVA FILHO *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2017). O tipo de combustível a ser utilizado comumente é escolhido considerando-se termos técnicos ou econômicos, ou seja, em função do custo de seu fornecimento.

Após a queima os produtos passam por inspeções, de acordo com as exigências e os padrões exigidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). O tijolo cerâmico é fabricado em diversos modelos para as mais diversas aplicações, entre elas o tijolinho ou maciço, modelo comum usado em construções de paredes; o tijolo baiano ou bloco cerâmico de 8 furos e o tijolo furado. Segundo a ABNT, a normatização constitui um elemento importante para avaliar a qualidade das mercadorias produzidas. A partir das Normas Brasileiras Regulamentadoras (NBR-15270-1, 2017 e NBR-15270-2), os produtos e os processos desenvolvidos pelas empresas ceramistas devem atender a nível nacional às exigências de modo a não prejudicar as requisições do cliente final. Desta forma, o controle de qualidade deve ser realizado em lotes pequenos de aproximadamente 100 peças, separadas aleatoriamente e os testes a serem realizados compreendem a absorção de água; a torção; o desvio padrão em relação ao esquadro; as bitolas (dimensões); a permeabilidade (telhas); a sonoridade (blocos e telhas) e o empenamento (telhas) (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS 2013). A NBR 15270, de modo geral, regulamenta os requisitos dimensionais, físicos e mecânicos que devem ser analisados e legalmente exigidos (SILVA *et al.*, 2017).

Tabela 4 - Tipos de fornos intermitentes e suas principais vantagens e desvantagens

| Fornos Intermitentes | Vantagens | Desvantagens |
|-----------------------------|---|---|
| Caieira | <ul style="list-style-type: none"> • Baixo custo de implementação. | <ul style="list-style-type: none"> • Produtividade baixa; • Qualidade inferior do produto; • Alto percentual de perdas (não conformes); • Alto custo de produção. |
| Paulistinha (Retangular) | <ul style="list-style-type: none"> • Menor investimento; • Fácil construção e operação. | <ul style="list-style-type: none"> • Antieconômico; • A queima é irregular, apresentando variações de temperatura no interior do forno; • Apresenta lentidão no aquecimento e resfriamento. |
| Abóboda ou redondo | <ul style="list-style-type: none"> • Fácil construção e operação; • Bom desempenho com qualquer tipo de combustível. | <ul style="list-style-type: none"> • Alta velocidade de aquecimento; • Ausência de controle de registro. |
| Vagão | <ul style="list-style-type: none"> • Maior produtividade, pois enquanto um vagão está queimando o outro está sendo montado ou no processo de resfriamento; • Fácil construção e operação; • Melhores condições de trabalho do funcionário. | <ul style="list-style-type: none"> • Deficiências durante a queima, principalmente no centro da carga; • Apresenta requeima, tanto na lateral como no topo da carga. |
| Metálico | <ul style="list-style-type: none"> • Melhor isolamento térmico (uso fibras cerâmicas); • Maior produtividade; • Fácil construção e operação; • Melhores condições de trabalho do funcionário. | <ul style="list-style-type: none"> • Custo de implantação superior ao Forno Vagão; • Deficiências durante a queima, principalmente no centro da carga; • Apresenta requeima, tanto na lateral como no topo da carga. |

Fonte: Adaptado de FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2013.

Recomenda-se que os novos lotes não sejam misturados com os produtos de outras bateladas, evitando com isso inúmeros problemas, principalmente no caso das telhas de encaixe. Além disto, no produto final devem constar informações relacionadas à identificação da empresa e às dimensões de fabricação em centímetros, na sequência largura (L), altura (H) e comprimento (C), na forma (LxHxC), podendo ser suprimida a inscrição da unidade de medida em centímetros. As dimensões e tolerâncias dimensionais dos dois tipos principais de blocos cerâmicos para vedação, segundo a NBR 15270 da ABNT, estão apresentadas na Tabela 6 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017).

Tabela 5 - Tipos de fornos contínuos e suas principais vantagens e desvantagens

| Fornos Contínuos | Vantagens | Desvantagens |
|-------------------------|---|---|
| Túnel | <ul style="list-style-type: none"> • Moderno e eficiente no consumo de energia; • Fácil operação de carga e descarga; • Fácil automação. | <ul style="list-style-type: none"> • Elevado custo; • Exige um volume de produção contínuo; • Exige grande conhecimento técnico para sua adequada operação; • As regulagens são realizadas por meio das leituras dos controladores (termopares e deformômetros); • Resfriamento rápido, responsável por trincas e choque térmico nos produtos. |
| Hoffmann | <ul style="list-style-type: none"> • Bom rendimento energético; • Fácil operação e boa produtividade. | <ul style="list-style-type: none"> • Elevado custo de construção; • Requeima e falta de queima localizadas; • Vazamento nos canais. |

Fonte: Adaptado de FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2013.

Tabela 6 - Dimensões e tolerâncias de blocos cerâmicos para vedação

| Características | Largura (L), cm | Altura (H), cm | Comprimento (C), cm |
|------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|
| 6 furos | 9 | 14 | 19 |
| 8 furos | 9 | 19 | 19 ou 9 (1/2 bloco) |

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), 2017.

Para a avaliação da conformidade dos produtos cerâmicos obtidos, além de uma inspeção geral visual (onde se verifica a correta identificação e a detecção de trincas e e/ou imperfeições), devem se examinar as características geométricas (dimensões das faces, espessura das nervuras que formam os septos e das paredes externas do bloco, esquadro e planeza das faces), física (índice de absorção de água) e mecânica (resistência à compressão). Para tanto, devem-se observar os lotes de fornecimento com no máximo 100.000 blocos ou fração, de acordo com as amostragens e critérios normativos já estabelecidos nacionalmente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017).

As peças finais que estiverem afetadas somente visualmente, com coloração alterada ou outro fator, mas que ainda continuam com suas dimensões e propriedades aceitáveis, são separadas e comercializadas como produtos de segunda linha, com preço reduzido, para aplicações mais simples, não podendo ser comercializadas no mercado como produtos

padronizados. Os produtos não aceitáveis, em termos de tamanho ou propriedades, devem seguir para descarte, reaproveitamento ou reciclagem.

Por último, os produtos padronizados podem ser acondicionados manualmente ou separados por quantidades em pallets e amarrados, para evitar quebras indesejadas de peças. Depois, são armazenados em áreas cobertas ou abertas, onde aguardarão a movimentação ou a retirada do estoque segundo a demanda do mercado.

3.5 Impactos socioambientais na produção de Cerâmica Vermelha

Conforme destacado anteriormente, o setor cerâmico se sobressai não só pela importância que assume na economia nacional, mas também pela sua disseminação territorial, com empresas distribuídas significativamente em vários municípios. Sua relevância é mais acentuada em algumas regiões, onde conta com aglomerações de empreendimentos, gerando externalidades positivas, ampliando sua inserção na economia e na geração de emprego e renda. Contudo, a análise das questões técnicas associadas à indústria da cerâmica vermelha e seus principais impactos econômicos, sociais e ambientais é de grande relevância no sentido de instituir medidas mitigadoras, de estabelecer programas de controle destes impactos e de implementar uma gestão sustentável deste processo.

Economicamente se constata que o elevado e diversificado consumo de matérias-primas minerais constitui uma das características peculiares da indústria cerâmica e da cerâmica vermelha em particular, tendo um peso significativo na matriz de custos das empresas (IPT, 2018). Em muitas destas indústrias a produção é ainda extremamente artesanal, sendo possível que os fornos utilizados não tenham sido planejados, construídos e separados baseados em cálculos de engenharia, conhecimento técnico, e licenças ambientais. Isto pode acarretar significativas perdas de produção neste campo, sendo que, no Brasil o desperdício de recursos no setor de cerâmica vermelha é de aproximadamente 30% (COELHO, 2009). Além disto, a produção de cerâmica vermelha é basicamente voltada para um produto final (blocos de vedação) de baixo valor agregado (DIAS, 2011).

Ademais, uma grande parte das indústrias de cerâmica vermelha são pequenas empresas (SILVA, 2017), que usualmente apresentam dificuldades devido à característica de administração informal do empreendimento e a sua frequente natureza familiar. Desta forma, existem algumas dificuldades que impossibilitam em alguns casos a obtenção de créditos, de financiamentos e a ampla participação no mercado nacional e internacional. Sendo que, a ausência de competitividade e as limitações econômicas levam em alguns casos a um

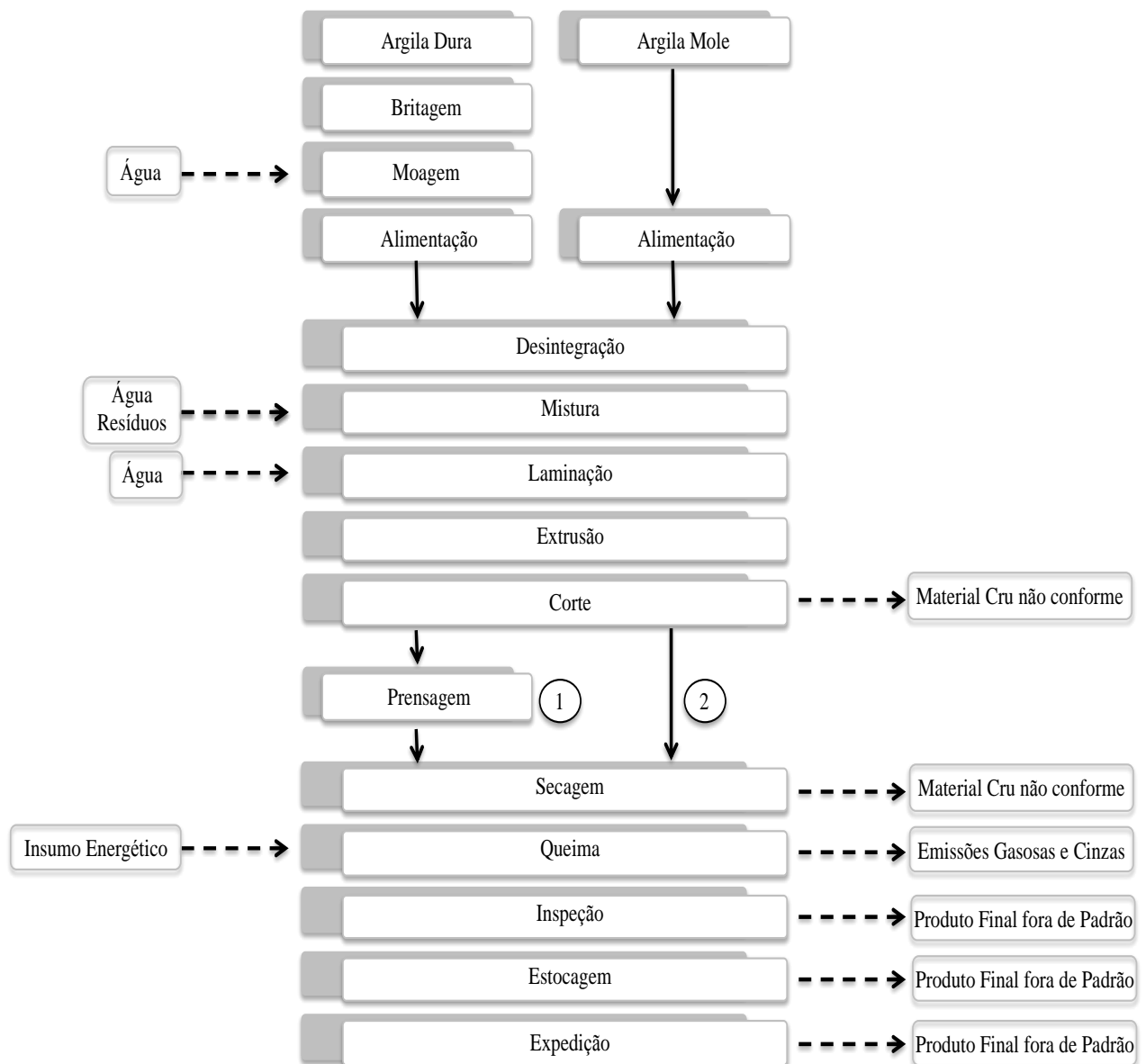
significativo impacto técnico devido à falta de qualidade dos produtos obtidos nestas condições (HENRIQUES; RODRIGUES, 2017).

Do ponto de vista social, este setor industrial demanda profissionais qualificados para atuar nas áreas de análise da composição dos materiais, na verificação das conformidades, na análise da qualidade e na gestão dos empreendimentos. Entretanto, predomina a desqualificação e o baixo nível de instrução formal da mão de obra (BRASIL, 2018). A cultura dos proprietários e de todos os envolvidos no setor dificultam a inovação devido a essa falta de profissionalização da mão de obra, conjuntamente com a falta de visão inovadora, a baixa cooperação organizacional e a falta de incentivos e programas para auxiliar essas empresas a investir em inovação. Entre outros impactos sociais se destacam sobretudo os prejuízos físicos ao trabalhador que, muitas vezes, sem a proteção e segurança devida, atua intensamente nas olarias (LIMA, 2018). Ainda que tais problemas anteriormente citados sejam uma dificuldade para o desenvolvimento da indústria cerâmica em algumas regiões, o principal deles ainda continua sendo a mão de obra sem qualificação e para que se diminua essa adversidade, são necessários investimentos em treinamentos e melhor remuneração do pessoal (ROCHA; PALMA, 2012).

Além dos mencionados fatores econômicos e sociais do setor ceramista, verificam-se também grandes problemas ambientais nesta importante indústria. Impactos estes causados durante todo o processo de produção e que provém principalmente da degradação das áreas de extração da matéria-prima; do desmatamento local para a produção de lenha, que serve como combustível para os fornos; da geração de resíduos sólidos, decorrentes de perdas por falhas na qualidade do produto e da emissão de poluentes atmosféricos e gases de efeito estufa durante a queima dos combustíveis ou energéticos que são utilizados (SILVA, 2011; FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2013).

Na Figura 2, se apresenta um fluxograma do processo de produção da cerâmica vermelha indicando as principais entradas e saídas de insumos durante a fabricação e a Tabela 7 mostra os principais impactos ambientais, associados às respectivas etapas do processo produtivo de cerâmicas vermelhas aos quais estão relacionados.

Figura 2 - Fluxograma das etapas centrais do processo de produção de cerâmica vermelha com as principais entradas e saídas de insumos e materiais durante a fabricação. 1: Telhas e 2: Tijolos furados, blocos, lajes, elementos vazados, tubos (manilhas) e alguns outros tipos de telhas não tradicionais



Fonte: Adaptado da Associação Brasileira de Cerâmica – ABCERAM, 2019.

As explorações da principal matéria-prima são praticadas geralmente de maneiras empíricas, o que muitas vezes tem gerado um grande impacto na área ambiental. Destaca-se que esta exploração provoca uma significativa erosão do solo devido à exposição dele às águas pluviais e um intenso assoreamento dos cursos d'água, uma vez que as camadas de argila têm

como limite de exploração lençóis de areia ou de água. Resultando em um expressivo impacto visual local devido principalmente às alterações na topografia do terreno e à supressão da cobertura vegetal original. Isto aliado, à emissão de ruídos provenientes das dragas, dos caminhões e dos maquinários utilizados nesta etapa produtiva (ALEXANDRE *et al.*, 2010; FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2013). Em relação ao consumo de energia, todos os segmentos da indústria da cerâmica vermelha são intensivos em termos energéticos, nomeadamente devido aos processos de secagem e queima, que conforme detalhado anteriormente envolvem altas temperaturas (geralmente acima dos 800°C) (BARATA *et al.*, 2019).

Tabela 7 - Recursos usados na produção de cerâmica e impactos ambientais

| Recursos utilizados | Etapas do processo | Impactos ambientais causados |
|---|---------------------------|--|
| Recursos humanos (RH); Retroescavadeira e Caminhões (uso de combustíveis fósseis); Recursos naturais. | Extração da argila | Resíduos do solo oriundos da extração; emissão de gases (CO ₂) e material particulado, além de erosão no solo, ruídos e vibrações (poluição sonora e do ar). |
| Energia; Recursos humanos (RH); Recursos naturais. | Moldagem | Resíduos de massa e efluentes oriundos da limpeza de equipamentos e pisos. |
| Gás natural ou Gás Liquefeito de Petróleo (GLP); Recursos humanos (RH). | Secagem | Emissões atmosféricas; resíduos sólidos. |
| Gás natural ou Gás Liquefeito de Petróleo (GLP); lenha; Recursos humanos (RH). | Queima | Emissões atmosféricas; resíduos sólidos oriundos de peças quebradiças; poluição térmica (calor). |
| Recursos humanos (RH); Recursos naturais; Energia. | Produto final | Resíduos sólidos oriundos de pelas quebradiças e embalagens. |
| Diesel (combustível fóssil). | Expedição | Emissões atmosféricas. |

Fonte: Adaptado da Associação Brasileira de Cerâmica – ABCERAM, 2019.

Esta indústria emprega o óleo diesel como principal combustível nos equipamentos de extração da argila, sendo que, no pré-processamento da matéria-prima utilizam-se como combustíveis, sobretudo, a lenha (60%) e outros materiais lignocelulósicos (cavaco, serragem, briquetes e outros resíduos) (BRASIL, 2018). Especificamente em relação à lenha, apesar desta poder ser considerada um recurso renovável, há a necessidade de se operar este material manualmente, fazendo com que a alimentação do forno não seja padronizada ou homogênea, prejudicando a qualidade das peças e consequentemente aumentando o custo final do produto

(NETO *et al.*, 2016). Neste contexto, em algumas cerâmicas nacionais, outros combustíveis vêm sendo também utilizados na etapa da queima do produto cerâmico. Dentre outros combustíveis sólidos podem-se citar o pó de serra e o carvão, e entre os combustíveis gasosos tem-se o gás natural que nos últimos anos tem se mostrado como uma adequada alternativa à lenha, principalmente por ser um combustível que permite maior controle técnico e por estar associado a menos impactos para o meio ambiente. Porém este gás combustível demanda altos investimentos e incentivos para a instalação. Como outras opções energéticas podem ser citados também os combustíveis líquidos, querosene e óleo, que em comparação com os demais referidos anteriormente, são menos utilizados (SILVA, 2011).

Os principais impactos associados aos poluentes atmosféricos emitidos durante o processo de fabricação da cerâmica estão relacionados às atividades no transporte, na recepção, no manuseio e mistura de matérias-primas e insumos e ao uso de energéticos para a queima. Vários fatores interferem na ocorrência das emissões como a falta de controle operacional e mão-de-obra desqualificada, o tipo de combustível e o forno utilizado. Adicionalmente, a queima incompleta em fornos mal planejados pode facilmente ultrapassar os limites máximos de emissão de poluentes permitidos pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e infringir as exigências da Secretaria do Meio Ambiente (SEMA). Durante a queima, ocorre frequentemente a emissão de material particulado, dióxido de enxofre (SO₂) e óxidos de nitrogênio (NO_x). Além das emissões desses gases, a poeira é um outro fator a ser destacado, pois há uma exposição contínua dos trabalhadores durante a movimentação dos materiais no processo (BRASIL, 2019).

Outro aspecto muito importante é o impacto ambiental dos resíduos sólidos gerados durante toda esta cadeia produtiva. Entre estes resíduos se sobressaem os volumes de material cru não conforme e de produto final fora de especificação, uma vez que as normas da ABNT não permitem a comercialização de produtos fora das especificações técnicas. Reporta-se que a geração de resíduos pelas cerâmicas brasileiras representa aproximadamente 14% do valor total de toda a produção, correspondendo em média a 3 milhões de blocos por ano (7500 toneladas de resíduos). Sendo estes originados principalmente da fragmentação de peças cerâmicas no processo de produção cerâmico (NETO *et al.*, 2016).

Outros resíduos de grande impacto, quando inadequadamente segregados, são os óleos lubrificantes e as cinzas geradas durante a queima de combustível nos fornos. A quantidade de cinzas gerada depende do tipo de combustível utilizado e da tecnologia do forno cerâmico. Se a queima for realizada utilizando carvão mineral ou outro combustível fóssil, as cinzas podem

apresentar ainda alto teor de enxofre e ferro, podendo contaminar o solo e o lençol freático (MAGALHÃES, 2016).

Por último, destaca-se que a característica informal da administração destes tipos de empreendimento tem provocado também que algumas empresas não obtenham as devidas licenças ambientais junto aos órgãos federais, estaduais ou municipais competentes (HENRIQUES; RODRIGUES, 2017).

3.6 Impactos do Setor da Cerâmica Vermelha no município de Campos dos Goytacazes

Os impactos anteriormente apontados também são constatados no polo ceramista da cidade de Campos dos Goytacazes. Contudo, alguns destes conflitos se apresentam de maneira particular devido às características desta região. Os principais impactos ambientais observados nas localidades são em geral o assoreamento, a deterioração das condições físicas e químicas do solo, a perda da vegetação nativa que altera as condições de existência da fauna e flora regional e a alteração da qualidade do ar pela produção local de gases poluentes (SILVA, 2017).

Especificamente na região de Campos dos Goytacazes, verifica-se que as cerâmicas retiram da camada sub-superficial do solo aproximadamente 5.700 m³/dia de matéria-prima, o que representa um grande impacto ao meio ambiente. Aliado a isto, a atividade remove a vegetação e a camada superficial do solo e do subsolo, formando cavas de 1 a 4 m de profundidade. Como consequência, tem-se a eliminação da camada estruturada do perfil, onde há maior disponibilidade de matéria orgânica, nutrientes e atividade microbiana. Outro aspecto importante é a perda de nutrientes fundamentais para as plantas, principalmente aqueles que têm sua dinâmica no sistema solo-planta altamente relacionada com as fontes orgânicas, como é o caso do fósforo, do enxofre e, em especial, do nitrogênio. Por último, a mineração empírica da argila resulta em um substrato remanescente de baixa qualidade, com grande proximidade com o lençol freático e elevada salinidade, o que dificulta ou mesmo impossibilita a sua reutilização para outros fins, principalmente os agrícolas. Após a extração, às vezes estas áreas mineradas são reutilizadas, contudo, a maioria é abandonada, pois grande parte das jazidas é arrendada e não apresentam licença ambiental. Isto faz com que o minerador ou o proprietário da terra não assumam os compromissos de recuperação e menos ainda de modernização, utilizando processos produtivos artesanais, que reproduzem práticas empregadas geralmente desde o século XIX, as quais mostram desde então um alto impacto ambiental (VALICHESKI *et al.*, 2009).

De acordo com o Decreto 97.632/89, mencionado anteriormente, é obrigação legal a recuperação e a estabilização ambiental das áreas degradadas após a extração de argila. No caso das cavas resultantes da extração de argila para cerâmica, para cumprir tal objetivo, alguns empregos podem ser cogitados. Neste sentido, alguns ceramistas da região Campista têm realizado a recuperação das áreas degradadas com a cultura de eucalipto, a qual tem apresentado bom desenvolvimento local. A implantação dessa espécie nas áreas já exploradas é uma solução econômica desejável, uma vez que as cerâmicas requerem grandes quantidades de material lignocelulósico (lenha) para seu funcionamento, sendo esta quantidade suprida por outras regiões distantes do polo cerâmico, com elevado custo de aquisição devido principalmente às grandes distâncias percorridas. Outra possibilidade de uso para as cavas de extração de argila, seria o cultivo de pastagens. Entretanto, muitas áreas onde a extração já se encerrou encontram-se tomadas por espécies nativas, as quais são utilizadas para esse fim. Essas pastagens formadas sem nenhum procedimento técnico, são geralmente pouco propícias para o pastoreio de animais, devido à baixa produção de biomassa, que apresenta elevada quantidade de sílica e baixa digestibilidade (VALICHESKI *et al.*, 2009).

Conforme discutido, a indústria cerâmica utiliza grandes quantidades de energia e esta representa uma parcela significativa nos impactos do processo produtivo, no volume de emissões atmosféricas e nos custos de produção. Em um estudo realizado em 2003, verificou-se que no polo ceramista da cidade de Campos dos Goytacazes o principal combustível utilizado no processamento das peças cerâmicas era a lenha, sendo gastos em torno de 500 m³ mensais. Sendo que, provavelmente, devido à ausência de fiscalização da atividade na região, este recurso seja explorado fora das conformidades legais, da mesma forma que se constatou na época o funcionamento de várias cerâmicas sem possuírem a licença de operação (Souza *et al.* 2003). Além disto, outros vários fatores interferem também na ocorrência das emissões, tais como, a falta de controle operacional, a mão-de-obra desqualificada, o tipo de combustível e o forno utilizado (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2013).

Por outro lado, apesar que a argila empregada na região tem propriedades que lhe permitem produzir peças cerâmicas dentro das normas regulatórias, a qualidade do material produzido ainda é questionável. Devido novamente à falta de controle nas etapas do processo produtivo, conjuntamente com a carência de padronização e pela estrutura organizacional das empresas da região, que limitam assim seu crescimento e a qualidade dos seus produtos (LIMA, 2018).

Segundo Rocha; Palma (2012), grande parte das cerâmicas desta região Norte Fluminense apresentam baixa capacidade de inovação, seja na parte de produto, do processo ou na gestão. Os principais fatores para tal acontecimento são principalmente a falta de profissionalização da mão de obra, como já mencionado de maneira geral, além da falta de visão inovadora por parte dos proprietários, visto que consideram que o processo “funciona” corretamente daquela forma há anos. Se constatando uma falta de investimento em tecnologias limpas, o que tem limitado o desenvolvimento sustentável e a modernização deste importante setor (SILVA *et al.*, 2017).

3.7 Aspectos Legais Aplicados ao Setor da Cerâmica Vermelha

O aumento da competitividade nos setores primário, secundário e terciário da economia, provocou consequências desastrosas para o meio ambiente e, paralelamente, aumentaram as preocupações com as questões ambientais a nível mundial. A partir dos anos 60 e início dos 70 do passado século, surgem na escala global as primeiras políticas ambientais e os primeiros instrumentos de avaliação de impactos ambientais e de licenciamento de projetos. Estes instrumentos demonstravam uma preocupação em relação aos problemas ecológicos, buscando avalia-los preventivamente antes da instalação dos empreendimentos (BRASIL, 1997).

Nos Estados Unidos esses estudos passam a ser obrigatórios a partir da década de 70, na França, em 1976 e no Brasil a avaliação de impactos ambientais para projetos de investimento é inserida a partir da Lei Federal 6.938 de 31 de agosto de 1981, que instituiu a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) e que, posteriormente, foi regulamentada em resolução do ano de 1986 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Neste contexto, a PNMA tem por finalidade desenvolver por meio de políticas públicas a defesa do meio ambiente (BRASIL, 1981).

A nível nacional, o processo de licenciamento ambiental tem como primeiras normas legais a citada Lei 6.938 e a Resolução do CONAMA nº 001 de 1986, que estabeleceu diretrizes gerais para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) nos processos de licenciamento ambiental. Em 1989 o Decreto Federal 97.632 definiu em seu Artigo 1, que todos os empreendimentos que se destinam à exploração dos recursos minerais deverão submeter seus projetos à aprovação dos órgãos federais, estaduais e municipais. Esta mesma legislação profere que estas empresas deverão executar o EIA, o RIMA, bem como o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). Em 1997, a Resolução CONAMA nº 237 estabeleceu procedimentos e critérios, e reafirmou os

princípios de descentralização presentes na PNMA e na Constituição Federal de 1988. Esta Constituição, no Artigo 23, destaca que é competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios protegerem o meio ambiente, combater a poluição em qualquer de suas formas e preservar as florestas, a fauna e a flora. Ademais, no Artigo 225, delinea que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, dando ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1997).

Neste contexto, o licenciamento ambiental é um dos principais instrumentos da PNMA, que regula desde o planejamento, examinando a viabilidade do empreendimento até a implantação e a operação das atividades que utilizam recursos naturais (SILVA, 2017). Estas atividades consideradas efetiva e potencialmente poluidoras, bem como as capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental (alteração adversa das características do meio ambiente). Visando compatibilizar o desenvolvimento econômico com a preservação dos recursos naturais (a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora) (BRASIL, 1997; BATTISTELLA *et al.*, 2015).

Segundo a Resolução 237 e o detalhado anteriormente, para a implementação das atividades ceramistas, devido à utilização de recursos naturais, é obrigatório o licenciamento ambiental. Este licenciamento é o procedimento administrativo que poderá aprovar a localização, instalação, ampliação e operação do empreendimento e uma importante ferramenta que visa garantir a minimização dos danos ou impactos ambientais das atividades ceramistas (Silva, 2017). Neste contexto, o CONAMA define o impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades (físicas, químicas e biológicas) do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas. Estas podem afetar, direta ou indiretamente, a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais. Além disto, a licença ambiental para a atividade de extração mineral de argila precisa ser autorizada pelos órgãos ou secretarias ambientais competentes, além do Departamento Nacional de Pesquisa Mineral (DNPM) (ANICER, 2015; SILVA, 2017).

Segundo Battistella *et al.* (2015) a competência para realizar o Licenciamento Ambiental está regulamentada pela Lei Complementar 140 de 8 de dezembro de 2011, que traça as diretrizes de cooperação entre os órgãos federativos ambientais e traça suas competências e procedimentos para o licenciamento ambiental. Desta forma, compete ao IBAMA, o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades com significativo impacto ambiental

de âmbito nacional ou regional, localizadas ou desenvolvidas em dois ou mais Estados; cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais do País ou de um ou mais Estados. Compete ao órgão ambiental estadual ou do Distrito Federal o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades, localizados ou desenvolvidos em mais de um Município ou em unidades de conservação de domínio estadual ou do Distrito Federal; cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais de um ou mais Municípios; delegados pela União aos Estados ou ao Distrito Federal, por instrumento legal ou convênio. Incumbe ao órgão ambiental municipal, ouvidos os órgãos competentes da União, dos Estados e do Distrito Federal, quando couber, o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de impacto ambiental local e daquelas que lhe forem delegadas pelo Estado por instrumento legal ou convênio, desde que o Município conte com um Conselho de Meio Ambiente, tenha legislação ambiental específica em vigor e possua em seus quadros ou a sua disposição profissionais habilitados (BRASIL, 1997). A legislação nacional estabelece ainda que não pode haver sobreposição de licença entre os entes federativos, ou seja, dois órgãos não podem conceder o mesmo ato administrativo para a mesma atividade ou empreendimento (SILVA, 2017).

No Estado do Rio de Janeiro o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) aprovou em 2012 a Resolução nº 52 que estabeleceu o Potencial Poluidor Inicial Mínimo (PPIM) de empreendimentos e atividades poluidoras ou utilizadoras de recursos ambientais, que estão sujeitas ao licenciamento ambiental e o Critério de Enquadramento (CE). Este critério estabelece o porte do empreendimento, como: mínimo, pequeno, médio, grande e excepcional, e o potencial poluidor como insignificante, baixo, médio ou alto (INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE, 2012). Posteriormente, a Resolução nº 53 divulgou no mesmo ano a listagem com novos critérios de determinação do porte e potencial poluidor de atividades e empreendimentos poluidoras ou utilizadoras de recursos ambientais (INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE, 2012). Contudo, o Decreto Estadual nº 44.820 de 2014 classifica a magnitude do impacto ambiental a partir do critério do porte e do potencial poluidor. Ainda, neste mesmo ano, por meio da Deliberação nº 29 do INEA, foram estabelecidos os procedimentos técnicos para a concessão do licenciamento ambiental de minérios (INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE 2014).

Em cada empreendimento ceramista verificam-se impactos ambientais específicos e determinados de acordo com o porte e o potencial poluidor. Desta forma, algumas cerâmicas podem causar impacto ambiental baixo e outras causar um impacto alto. Entretanto, segundo a

atual legislação brasileira nenhuma atividade ceramista gera impacto insignificante (SILVA, 2017).

Neste sentido, a nível nacional, o diagnóstico das atividades da indústria de cerâmica vermelha em relação a seus aspectos ambientais e aos impactos negativos destes, além da adequação às boas práticas, torna-se muito relevante para a melhoria da qualidade ambiental local e global, facilitando o seguimento dos procedimentos legais para o licenciamento ambiental.

3.8 Logística Reversa Aplicada ao Setor da Cerâmica Vermelha

No Brasil, outros aspectos legais muito importantes foram as Diretrizes Técnicas para a Gestão de Resíduos Sólidos propostas pelo CONAMA em 1999, e em 2001, a implementação da Comissão Especial da Política Nacional de Resíduos pela Câmara dos Deputados. Porém, somente após dois anos, aprova-se então o Programa de Resíduos Sólidos Urbanos e em 2007, o poder executivo propõe o Projeto de Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Este apresentando forte inter-relação com outros instrumentos legais na esfera federal, tais como a Lei de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007) e com as Políticas Nacionais de Meio Ambiente, de Recursos Hídricos, de Saúde, Urbana, Industrial, entre outras. Sendo sancionada a Lei 12.305 que criou a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Anexo I) no dia 2 de agosto. Esta Lei impõe obrigações aos empresários, aos governos e aos cidadãos no gerenciamento dos resíduos e cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa (AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES, 2016; BRASIL, 2018).

Neste contexto, a nível nacional, os governos (federal, estaduais e municipais) são responsáveis pela elaboração e a implementação dos planos de gestão de resíduos sólidos, assim como, dos demais instrumentos previstos na PNRS. No caso do setor privado, ressalta-se a responsabilidade legal pelo gerenciamento ambientalmente correto dos resíduos sólidos produzidos em cada empreendimento, pela sua reincorporação na cadeia produtiva e pelas inovações nos produtos que tragam benefícios socioambientais, sempre que possível (BRASIL, 2018).

Desta forma, a PNRS preconiza o Estado como principal fomentador da prática de coleta seletiva e a logística reversa. Uma vez que, os resíduos sólidos se manejados adequadamente adquirem valor comercial e podem ser utilizados na forma de novas matérias-primas ou novos insumos. A implantação de um Plano de Gestão traz reflexos positivos no âmbito econômico,

social e ambiental, pois não somente tende a diminuir o consumo dos recursos naturais, como proporciona também a abertura de novos mercados, contribui positivamente com a geração de trabalho, emprego e renda, conduz à inclusão social e diminui os impactos ambientais provocados pela disposição inadequada dos resíduos.

Neste contexto, entre outros princípios e instrumentos introduzidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, e seu regulamento, o Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010, destacam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a logística reversa. Nos termos da PNRS, a logística reversa é um dos instrumentos para aplicação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a arrecadação ou coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2019).

A etimologia da palavra logística é atribuída por alguns especialistas ao termo em francês *loger* (acomodar, alojar) e por outros autores à palavra grega *logos* (razão), significando esta última “a arte de calcular” ou “a manipulação dos detalhes de uma operação” (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2016).

A logística é uma das atividades mais antigas da humanidade, mas esse termo só passou a ser utilizado no século XIX a partir do seu emprego no campo militar como forma de estratégia de promover o transporte das tropas e dos suprimentos no período de guerra (GUIMARÃES *et al.*, 2015). Leite foi o primeiro autor brasileiro a apresentar a definição de logística reversa como sendo a área contida na Logística responsável por planejar, operar e controlar o fluxo e as informações do retorno de bens de pós-venda e pós-consumo ao ciclo de negócios ou produtivo por meio de canais reversos, agregando-lhes algum valor (LEITE, 2003). Entretanto, ainda considera que o uso da logística nas organizações é recente, datando seu início à segunda metade do século XX, quando as empresas passaram a empregá-la em nome de vantagens competitivas (LEITE, 2011).

Miller e Sarder (2012) enfatizam que a logística reversa está diretamente relacionada ao retorno de produtos utilizados e descartados pela sociedade ao setor produtivo, tendo em vista sua reinserção no ciclo de produção ou sua destinação ambientalmente adequada. Os autores ainda expõem em seu trabalho que os principais fatores que motivam às organizações a implantarem a logística reversa estão relacionados com questões governamentais, econômicas e ambientais.

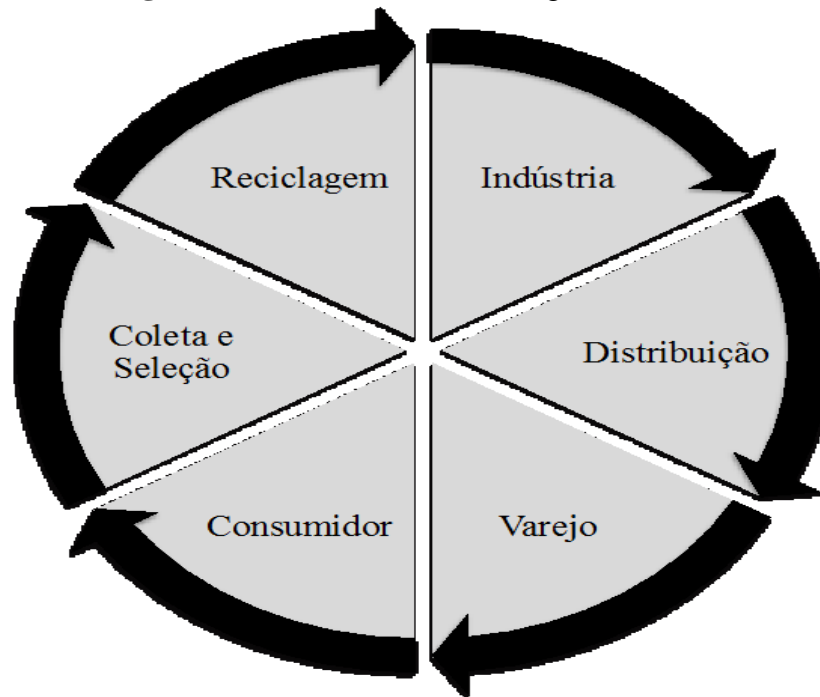
Para Vaz (2012), a logística reversa compreende todo o processo de coleta e movimentação de produtos, o qual visa reaproveitar, recuperar, remanufaturar, coprocessar, entre outros, porém a autora frisa que esta ferramenta aplicada, isoladamente, não garante eficiência. Conforme analisa Marchese (2013), a logística reversa opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós consumo. Podendo trazer contribuições para o desenvolvimento sustentável, uma vez que agrega valor aos bens nos mais diversos aspectos, tais como, econômico, ecológico, legal e logística de imagem corporativa.

Conforme analisam Vaz e colaboradores (2013) a logística reversa é o processo de planejamento, implementação e controle de fluxo eficiente e de baixo custo de matérias-primas, estoque em processo, produto acabado e todas as informações relacionadas. Tendo como base a reciclagem por meio do reuso, da recuperação e do gerenciamento de resíduos gerados e desta forma, contribuindo com a diminuição do uso de recursos não renováveis e a redução ou eliminação de resíduos que possam vir a afetar de forma prejudicial ou negativamente o meio ambiente.

Leite (2014) define logística reversa ao considerar que ela é uma área da logística que se refere exclusivamente do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando aos mesmos, valores econômicos, ecológicos, de imagem corporativa, entre outros. Ou seja, visando atender aos requisitos do cliente, deve-se planejar, implementar e controlar eficientemente, ao custo correto, a armazenagem e o fluxo de matérias-primas na fabricação de produtos acabados, assim como, as informações relativas a essas atividades, desde a origem até finalmente, o local de consumo (BOEMO *et al.*, 2015; FIESP, 2016).

Entretanto, de uma forma mais ampla, a logística reversa é uma área da logística empresarial responsável pelo planejamento, a operação e o controle do fluxo de mercadorias e informação (IPEA, 2016). Tratando de modo geral do fluxo inverso ao fluxo produtivo direto do retorno de produtos não utilizados e/ou consumidos, por meio de canais de distribuição, agregando valor a esses produtos, reintegrando-os ao processo produtivo e de negócios. Podendo se concluir que, a logística reversa tem a função de planejar, agir e controlar o fluxo físico e de informações, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo (Figura 3). Para tal fim, se utilizam meios de canais de distribuição reversa, acrescentando-lhes valor de diversas naturezas: econômica, legal, ambiental, de prestação de serviço e de imagem corporativa (CONSELHO DE LOGÍSTICA REVERSA DO BRASIL, 2017).

Figura 3 - Fluxo tradicional da logística reversa



Fonte: Autor, 2019.

Considera-se, que a organização que introduzir o processo reverso em sua cadeia produtiva, agregará valor a sua imagem frente à sociedade, beneficiando o meio ambiente, estabelecendo inclusive novas oportunidades de negócios, trazendo também outros benefícios tais como a geração de postos de trabalho, revertendo assim em benefícios ao meio no qual está inserida (RAMIRO; NOGUEIRA, 2016). Entretanto, a logística reversa ainda é de maneira geral, uma área com baixa prioridade, devido ao fato de ter pequena participação no mundo empresarial. Encontrando-se a nível nacional em um estágio inicial, onde muitas organizações não conseguem ainda visualizar os ganhos oriundos desta área (OLIVEIRA *et al.*, 2017). Sendo que esta lhe permite, identificar os custos e tomar decisões que podem resultar na redução de valores econômicos no longo prazo (SILVEIRA, 2018).

Baseado nos pontos citados, é evidente a importância da logística reversa para a redução de custos produtivos pelo reaproveitamento e reciclagem de materiais, e o quanto ela pode contribuir para a sustentabilidade no meio empresarial. De acordo com o Decreto nº 7.404/2010 os sistemas de logística reversa serão implementados e operacionalizados por meio dos seguintes instrumentos (BRASIL, 2019):

- Regulamento expedido pelo Poder Público: neste caso poderá ser implantada diretamente por regulamento, veiculado por decreto editado pelo Poder Executivo.

Sendo que antes da edição do regulamento, o Comitê Orientador deverá avaliar a viabilidade técnica e econômica. Os sistemas de logística reversa estabelecidos diretamente por decreto deverão ainda ser precedidos de consulta pública.

- Acordos Setoriais: são atos de natureza contratual, firmados entre o Poder Público e os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, visando a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

Vêm crescendo o número de estudos, de pesquisas e o desenvolvimento de ações que envolvem a logística reversa no setor produtivo com foco na minimização dos impactos ao meio ambiente ocasionados pelo alto volume de resíduos sólidos gerados pelas indústrias de maneira geral (MORINI *et al.*, 2016; CABRAL JUNIOR; AZEVEDO, 2017). Na mineração, de forma particular, existe também uma grande preocupação com a disposição dos resíduos produzidos ao longo do processo produtivo (CIPRIANO *et al.*, 2019).

São considerados resíduos sólidos aqueles que se encontram nos estados semissólido e sólido, tendo sua origem em variadas atividades como as industriais, hospitalares, domésticas, agrícolas, comerciais, de varrição e de serviços em geral. Estes são classificados de acordo com a NBR 10.004 de 2004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004) quanto ao risco à saúde pública e ao meio ambiente em dois grupos - perigosos e não perigosos, sendo ainda este último grupo subdividido em não inerte e inerte:

- Resíduos Classe I – perigosos; são considerados perigosos se apresentarem uma ou mais das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade.
- Resíduos Classe II A – não perigosos e não-inertes; quando não se enquadram como resíduo classe I – Perigosos ou resíduo de classe II B. Possuem propriedades tais como a combustibilidade, a biodegradabilidade ou a solubilidade em água. Podem ser classificados neste caso as sucatas de madeira, as cinzas de fornalha de caldeira de queima de biomassas, o lixo doméstico, o papel/papelão e os resíduos de alimentos.
- Resíduo Classe II B – não perigosos e inertes; são classificados dessa forma quando após a realização de um teste de solubilização de acordo com a NBR 10.006, nenhum de seus constituintes são solubilizados em água e geram concentrações que são mais elevadas que as estabelecidas para a água potável. Podem ser exemplificados neste tipo as sucatas de borracha, as sucatas ferrosa e não ferrosa (vidro, eletrodos, cartucho de impressora, entre outros).

Todos os resíduos sólidos podem receber diversos tipos de tratamentos. Destarte, as melhores práticas consistem no processamento em usinas de compostagem, de reciclagem e a incineração, desde que esta última não seja realizada a céu aberto (MILARE, 2014). Todavia, o conhecimento da composição do resíduo sólido é um instrumento essencial para a definição das providências a serem tomadas, a logística a ser aplicada desde sua coleta, até seu destino final, de uma forma correta e economicamente viável, considerando a tipologia e sempre tendo em vista a sustentabilidade ambiental e as tendências do mercado de recursos secundários (FRICKE *et al.*, 2017).

Tendo em vista o objetivo desta dissertação há de se destacar o trabalho realizado por Ramos e colaboradores (2008) com artesãs Campistas, na criação de artefatos utilizando resíduos da cerâmica vermelha, visando a inclusão social por meio do Programa de Estudos para o Desenvolvimento Sustentado do Polo Cerâmico de Campos dos Goytacazes. Entre as ações propostas, houve o investimento em uma alternativa de geração de renda e inclusão na cadeia produtiva, dos familiares dos operários desta indústria cerâmica. Essa escolha, motivada pela precariedade das condições de vida a que estão sujeitas as famílias dos oleiros e pela inexistência de oportunidades para as mulheres e os jovens, contingente não absorvido pela cadeia produtiva, mas a ela temporariamente incorporado de forma precária. Assim, o desenvolvimento de um polo sustentável, que reaproveite a matéria-prima descartada pelas indústrias ceramistas da região, criando fonte de renda para as famílias residentes nas proximidades dessas empresas, além do reuso dos resíduos, ainda insere, socialmente, pela arte, pela cidadania e pela educação, essas artesãs, que fazem do caminho do barro, uma forma de alcance da autonomia de ser e fazer, com preservação ambiental.

Entre os trabalhos mais recentes, destaca-se um estudo que teve como objetivo o uso energético de biomassa florestal ou resíduos madeireiros na produção de cerâmicas no estado de São Paulo. Esta é uma fonte energética renovável, econômica, técnica e ambientalmente viável, que disputa espaço com fontes mais caras e não-renováveis, como o gás natural e o diesel. No âmbito industrial, um dos maiores consumidores de energia é o segmento de cerâmicas vermelhas, tradicional consumidor de lenha para a produção de energia. Sendo que, uma parcela deste setor ceramista passou a utilizar, como alternativa, cavacos produzidos a partir de resíduos madeireiros diversos. A opção por esse tipo de biomassa se deve à maior disponibilidade desse material no mercado, à probabilidade de uma maior homogeneidade durante a combustão, quando comparado com a lenha, à possibilidade da automação da alimentação dos fornos e às questões de sustentabilidade e conformidades ambientais (LOPES *et al.*, 2011). Além disto, a incorporação de pó de balão ou lama de alto forno na massa cerâmica

pode reduzir o consumo de biomassa na ordem de 30%, e o tempo de queima dos produtos cerâmicos, resultando em menor gasto energético na produção (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2012).

Um outro trabalho nesta área demonstrou a partir de análises experimentais (retração linear, absorção, perda ao fogo, tensão de ruptura e cor após queima) que resíduos industriais podem ser reaproveitados e adicionados (10%, 20% e 30%) à massa utilizada na fabricação de blocos cerâmicos de vedação. Entretanto, dependendo do tipo de resíduo sólido foram constatadas limitações quanto ao atendimento da norma correspondente (NBR 15270-1) (FERREIRA, 2012).

Baptista Júnior e Romanel (2013) consideram que a única forma viável de dar o mesmo tipo de tratamento adequado aos resíduos cerâmicos é a criação de uma rede de logística reversa. Ainda, os autores recomendam o processo circular de reciclagem e a disposição final de resíduos, apontando que apenas de 20% a 30% do total destes são recuperados em processamento e reciclagem. Neste contexto, produtos cerâmicos fora de especificação técnica podem ser moídos e reutilizados no assentamento do pátio do próprio empreendimento ou vias de acesso, fabricação de agregado graúdo, queima de fornos nas indústrias cimenteiras ou até mesmo para a conformação de quadras de saibro (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS 2013). Entretanto, o resultado de uma análise da utilização dos resíduos de cerâmica vermelha em concretos, como substituição parcial do cimento Portland mostrou que o resíduo cerâmico não atende a todos os requisitos estabelecidos pela norma regulamentadora e que sua substituição (10, 20 e 30%) não causa benefícios consideráveis ao concreto (OLIVEIRA, 2014).

Devido à dificuldade de armazenamento dos resíduos gerados (produto de quebras e de não conformação do produto para venda) em uma olaria, localizada no município de Chapecó, Santa Catarina, foram pesquisadas algumas alternativas para o aproveitamento destes materiais cerâmicos. Concluindo-se que a melhor opção seria transformar todos resíduos em pó cerâmico ensacado em embalagens de 40 kg para posterior utilização em construções de quadra de tênis de saibro (NISHIYAMA; BADALOTTI, 2015).

Recomenda-se também a reinserção do material cru não conforme no próprio processo. Entretanto, a porcentagem deste material na nova massa deve ser no máximo de 2%, de acordo com critério adotado pelos ceramistas, sendo importante considerar a granulometria das partículas dos resíduos em geral, pois a adição de elementos com granulometria considerada alta pode alterar o nível de plasticidade da massa, dificultando a absorção de água (Magalhães, 2016). Contudo, os resíduos de cerâmica vermelha, por serem mais porosos, menos resistentes

e mais susceptíveis a absorverem água, após reciclagem, podem ser utilizados como agregados para concretos de menor resistência ou para produção de argamassas (SANTOS, 2017).

A avaliação do coprocessamento de resíduos da indústria de cerâmica vermelha visando sua utilização como nova matéria-prima mostrou uma grande dispersão na composição entre resíduos de fontes distintas. Isto permitiu supor que há a possibilidade de utilização dos resíduos para produzir um aglomerante alternativo por meio de uma dosagem que considere sua composição. Destacando a alternativa de incorporação do resíduo como uma nova matéria-prima para produção de um dos materiais mais utilizados, o cimento Portland (MOURA *et al.*, 2018).

Em outro estudo, foi verificado que na indústria de cerâmica vermelha o reaproveitamento de resíduos sólidos impacta nos custos de produção, com uma diminuição dos custos diretos de fabricação, principalmente aqueles relacionados à matéria-prima (AYRES, 2018). Além disto, a utilização de materiais residuais permite a redução dos impactos ambientais e a possibilidade de novas formulações para produtos de cerâmica vermelha. Neste contexto, resultados positivos foram obtidos com a adição de 5% de resíduo de gesso na massa cerâmica sintetizada a 800°C, apresentando propriedades com diferença não significativa à argila pura (CIPRIANO *et al.*, 2019).

Desta forma, a logística reversa contribui significativamente no setor empresarial, trazendo resultados financeiros positivos, otimizando a produção, assim como, gerando soluções sustentáveis não apenas para a indústria, mas também para o meio ambiente (SPARREMBERGER; BUGS, 2018).

4 METODOLOGIAS

O presente trabalho foi caracterizado por uma pesquisa descritiva sobre o setor cerâmico do município de Campos para o levantamento da situação atual e a definição dos principais elementos relacionados à gestão sustentável nas empresas do ramo. Inicialmente, foi realizado um amplo levantamento de dados secundários em bibliografias especializadas. Posteriormente, com o intuito de obter dados primários sobre as empresas, as tendências tecnológicas e de mercado do setor cerâmico, foi realizado um estudo mais detalhado sobre os temas, definindo-se uma nova abordagem de estudo. Esta abordagem em sua etapa inicial teve visitas às empresas ceramistas e em uma segunda etapa, houve uma pesquisa descritiva com a aplicação de um questionário semiestruturado em cada uma das empresas visitadas.

O questionário (Apêndice I) foi integrado por perguntas abertas, qualitativas e quantitativas, onde os respondentes se limitaram à escolha entre um rol de alternativas. Este questionário, direcionado aos respectivos responsáveis (técnicos/econômicos) de cada empresa analisada, compreendeu especificamente questões que tinham como objetivo elucidar as principais características de cada empresa e, primordialmente, os principais fatores relacionados à sustentabilidade e à gestão integrada visando a aplicação da logística reversa no empreendimento. Sendo pontuadas questões relacionadas aos perfis técnico, econômico, social e ambiental das empresas pesquisadas.

Especificamente, as primeiras perguntas seguiram a linha de identificação dos empreendimentos e suas estruturas, tais como: nome da empresa, endereço, dados do(s) proprietário(s) e tempo de existência. Na segunda parte foram coletadas informações quanto aos tipos de produtos cerâmicos e a produção mensal de cada tipo. Além disto, foram levantadas informações sobre a quantidade de funcionários, o custo mensal com todos os recursos humanos, o tipo, a quantidade e o custo do combustível que é utilizado mensalmente, o consumo médio e o custo mensal com energia elétrica. Outras perguntas estiveram relacionadas com a quantidade e o custo de argila recebida como matéria-prima no mês, o modelo de forno e o custo mensal com sua manutenção. Por fim, foram coletadas informações quanto à sustentabilidade do setor e à aplicação da logística reversa no mesmo, analisando especificamente a utilização de energias alternativas, o método de tratativas das cavas após a extração da argila, o uso de biomassa energética nos fornos, os fatores que impactam positiva ou negativamente a sustentabilidade e as expectativas para o setor ceramista nos próximos anos.

Buscando a validade dos resultados, optou-se por uma escolha padrão dos respondentes e a preferência foi centrada nos gestores das empresas com familiaridade ao empreendimento

e, assim, condições plenas de responder o questionário elaborado. Ainda no mesmo intuito, foi garantido aos informantes a não publicidade da sua identidade, assim como, da respectiva empresa. Garantindo-se assim maior liberdade aos respondentes, diminuindo o risco de respostas falsas ou socialmente esperáveis, pelo simples receio de algum comprometimento pessoal, empresarial ou fiscal.

Inicialmente, houve uma explanação pessoal das questões aos respondentes e conseqüentemente foi proporcionado um melhor entendimento das mesmas. Isto diminuiu a possibilidade de dispersão do entendimento do questionário, e assim, elevou a validade dos resultados da pesquisa. Contudo, não houve interferência do pesquisador na etapa de respostas. Após esta etapa, os resultados obtidos foram processados e de posse das informações foi gerado um banco de dados utilizado nas análises. Posteriormente, foram estabelecidos critérios gráficos comparativos para mensurar e correlacionar a intensidade na qual os aspectos especificados interferem no desempenho técnico, econômico, social e ambiental das empresas e na sustentabilidade do setor.

Neste contexto, no presente trabalho foi efetuada uma análise de Survey sobre alguns aspectos da atual situação técnica, econômica, social e ambiental do polo cerâmico da Região de Campos dos Goytacazes, Norte do Estado do Rio de Janeiro e os principais elementos relacionados à gestão sustentável nas empresas do setor. Esta pesquisa se delimitou a 20 empresas de um total de 89, portanto uma amostra de 22,5% deste polo ceramista e à caracterização da linha de produção de cada uma destas, especificamente cerâmicas que fabricam principalmente tijolos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A demanda ascendente do consumo dos produtos da indústria da cerâmica vermelha, a ampla disponibilidade de matérias-primas, a facilidade de extração e de transporte justificam o estabelecimento no município de Campos dos Goytacazes de um grande segmento cerâmico estadual, conhecido como Polo Ceramista da Baixada Campista. Contudo, este polo necessita ainda de várias análises que possibilitem a reformulação, a otimização e a adequação de alguns dos seus processos mais representativos. Desta forma, os resultados podem dar subsídios, tanto para gestores, gerentes e empresários, como para formuladores de políticas científicas, tecnológicas e mercadológicas sugerindo áreas passíveis de intervenção para alavancar o desempenho e a sustentabilidade desta indústria.

Durante a realização deste trabalho, verificou-se que o processo produtivo encontrado nas cerâmicas de Campos dos Goytacazes ainda é relativamente artesanal em algumas empresas, com poucas cerâmicas mostrando recentes investimentos e maior tecnologia empregada. Desta forma, de um lado tem-se a maioria que trabalha com sistemas rudimentares e menos eficientes e do outro lado poucas cerâmicas, detentoras de processos produtivos mais avançados com algumas inovações tecnológicas e de gestão empresarial sustentável. Destacando-se que um dos grandes problemas relacionados à área da gestão e da sustentabilidade dentro das empresas está relacionada com a demanda, a utilização e a perda de materiais e energia. Especificamente no caso dos resíduos sólidos gerados durante os processos, sua adequada destinação está relacionada com a sua logística reversa, uma alternativa para uma gestão eficiente desse tipo de material. Neste sentido, sua implantação em um nível empresarial contribuiria com o desenvolvimento sustentável, pois permitiria o reaproveitamento ou a disposição final ambientalmente correta dos mesmos, possibilitando inclusive a redução nos custos com novas matérias-primas. Desta forma, os principais resultados obtidos estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Informações obtidas durante a pesquisa e a aplicação do questionário nas empresas pesquisadas do polo cerâmico da Região de Campos dos Goytacazes

(continua)

| Unidade | Anos da Empresa | Número de Operários | Custo* com Operários (R\$) | Custo* da Argila (R\$) | Tipos de Tijolos | Produção* de Tijolos (Unidades) | Tipo de Energia | Volume* de Combustível (L) | Custo* do Combustível (R\$) |
|---------|-----------------|---------------------|----------------------------|------------------------|------------------|---------------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------------------|
| A | 17 | 15 | R\$40.000,00 | 4000,00 | 2 | 450000 | Diesel | 4000 | 12760,00 |
| B | 6 | 21 | R\$50.000,00 | 5000,00 | 3 | 550000 | Diesel | 5000 | 15000,00 |
| C | 35 | 30 | R\$50.000,00 | 6000,00 | 3 | 670000 | Lenha | 300000 | 18000,00 |
| D | 40 | 18 | R\$42.000,00 | 3800,00 | 2 | 420000 | Diesel | 3800 | 12540,00 |
| E | 34 | 26 | R\$40.000,00 | 10000,00 | 3 | 540000 | Lenha | 260000 | 6000,00 |
| F | 27 | 21 | R\$41.000,00 | 9000,00 | 4 | 658000 | Lenha | 250000 | 13750,00 |
| G | 14 | 15 | R\$20.000,00 | 10000,00 | 3 | 410000 | Lenha | 250000 | 15000,00 |
| H | 13 | 12 | R\$45.000,00 | 5000,00 | 3 | 400000 | Lenha | 490000 | 29400,00 |
| I | 14 | 25 | R\$60.000,00 | 12000,00 | 3 | 850000 | Lenha | 400000 | 22000,00 |
| J | 39 | 12 | R\$45.000,00 | 10000,00 | 3 | 500000 | Lenha | 300000 | 15000,00 |
| K | 34 | 18 | R\$38.000,00 | 3000,00 | 1 | 300000 | Lenha | 300000 | 18000,00 |
| L | 22 | 22 | R\$55.000,00 | 6000,00 | 2 | 600000 | Lenha | 400000 | 18200,00 |
| M | 21 | 25 | - | - | 3 | 550000 | Lenha | 1200 | 5000,00 |
| N | 24 | 37 | R\$70.000,00 | - | 2 | 800000 | Lenha | 480000 | 20600,00 |
| O | 23 | 25 | - | 5000,00 | 3 | 800000 | Lenha | 10000 | 600,00 |
| P | 14 | 12 | R\$20.000,00 | 3000,00 | 1 | 300000 | Lenha | 160000 | 9600,00 |
| Q | 14 | 14 | R\$26.000,00 | 12000,00 | 3 | 370000 | Diesel | 5000 | 22000,00 |
| R | 19 | 13 | R\$20.000,00 | 5000,00 | 2 | 550000 | Lenha | 300000 | 15000,00 |
| S | 14 | 12 | R\$15.000,00 | - | 3 | 360000 | Lenha | 150000 | 6000,00 |
| T | 23 | 12 | R\$25.000,00 | 15000,00 | 1 | 300000 | Diesel | - | - |

Tabela 8 - Informações obtidas durante a pesquisa e a aplicação do questionário nas empresas pesquisadas do polo cerâmico da Região de Campos dos Goytacazes

(continuação)

| Unidade | Tipo de Forno | Custo* de Manutenção do Forno (R\$) | Consumo* de Energia Elétrica (kwh) | Custo* de Energia Elétrica (R\$) | Utiliza Energia Alternativa | Conhece o Briquete | Utilizou Briquete | Utilizaria Briquete |
|----------------|----------------------|--|---|---|------------------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|
| A | Túnel | 8000,00 | 13500 | 12000,00 | Não | Não | Não | Não |
| B | Hoffmann | 15000,00 | 18000 | 17000,00 | Não | Sim | Não | Sim |
| C | Túnel | 16000,00 | 20000 | 20000,00 | Não | Sim | Não | Sim |
| D | Túnel | 9000,00 | 13000 | 11000,00 | Não | Não | Não | Sim |
| E | Hoffmann | 8000,00 | 18000 | 20000,00 | Não | Sim | Não | Não |
| F | Hoffmann | 6000,00 | 22000 | 23000,00 | Não | Não | Não | Não |
| G | Hoffmann | 5000,00 | 16000 | 18000,00 | Não | Não | Não | Não |
| H | Túnel | - | - | 30000,00 | Não | Sim | Não | Não |
| I | Hoffmann | - | - | 17000,00 | Não | Não | Não | Não |
| J | Hoffmann | 15000,00 | - | 13000,00 | Não | Não | Não | Não |
| K | Hoffmann | 10000,00 | 19000 | 15000,00 | Não | Não | Não | Não |
| L | Túnel | 6000,00 | 20000 | 18000,00 | Não | Não | Não | Não |
| M | Hoffmann | 20000,00 | - | 15000,00 | Não | Não | Não | Não |
| N | Hoffmann | 8000,00 | 28000 | 24000,00 | Não | Não | Não | Não |
| O | Túnel | 10000,00 | 15000 | 15000,00 | Sim | Não | Não | Não |
| P | Abóboda | - | 8000 | 7000,00 | Não | Não | Não | Não |
| Q | Túnel | 2000,00 | 9000 | 12500,00 | Não | Não | Não | Não |
| R | Túnel | - | 19000 | 16000,00 | Não | Não | Não | Não |
| S | Túnel | - | 7000 | 6000,00 | Não | Não | Não | Não |
| T | Túnel | - | - | 12000,00 | Não | Não | Não | Não |

Tabela 8 - Informações obtidas durante a pesquisa e a aplicação do questionário nas empresas pesquisadas do polo cerâmico da Região de Campos dos Goytacazes

(continuação)

| Unidade | Tratativa das Cavas | Fatores Positivos | Fatores Negativos | Expectativas |
|----------------|--|----------------------------|---|---------------------|
| A | Pastagem e plantação de Eucalipto | - | Concorrência, dependência do setor da construção civil e altos impostos | Muito ruim |
| B | Pastagem | Conhecimento do produto | Demanda | Ruim |
| C | Pastagem | Custo baixo | Empresas ilegais | Boa |
| D | Pastagem e plantação de Aipim | - | Altos impostos | Ruim |
| E | Pastagem | Produto milenar | Mercado ilegal e concorrência desleal | Regular |
| F | Pastagem | Conhecimento do setor | Concorrência desleal | Boa |
| G | Pastagem | Lucratividade | Concorrência de novos materiais | Regular |
| H | Pastagem | Alta demanda e lucro | Altos impostos e instabilidade do mercado | Ruim |
| I | Pastagem | Alta produtividade | Mão de obra, altos impostos e dependência da demanda | Ruim |
| J | Pastagem | - | Dependência do setor da construção civil | Muito ruim |
| K | Plantação de vegetação nativa e frutíferas | Demanda civil | Concorrência desleal | Regular |
| L | Plantação de Eucalipto | Qualidade da matéria-prima | Concorrência | Regular |
| M | Pastagem | Qualidade da matéria-prima | Crise econômica | Ruim |
| N | Pastagem e plantação de Eucalipto | - | Concorrência | Ruim |
| O | Pastagem | - | Concorrência | Boa |

Tabela 8 - Informações obtidas durante a pesquisa e a aplicação do questionário nas empresas pesquisadas do polo cerâmico da Região de Campos dos Goytacazes

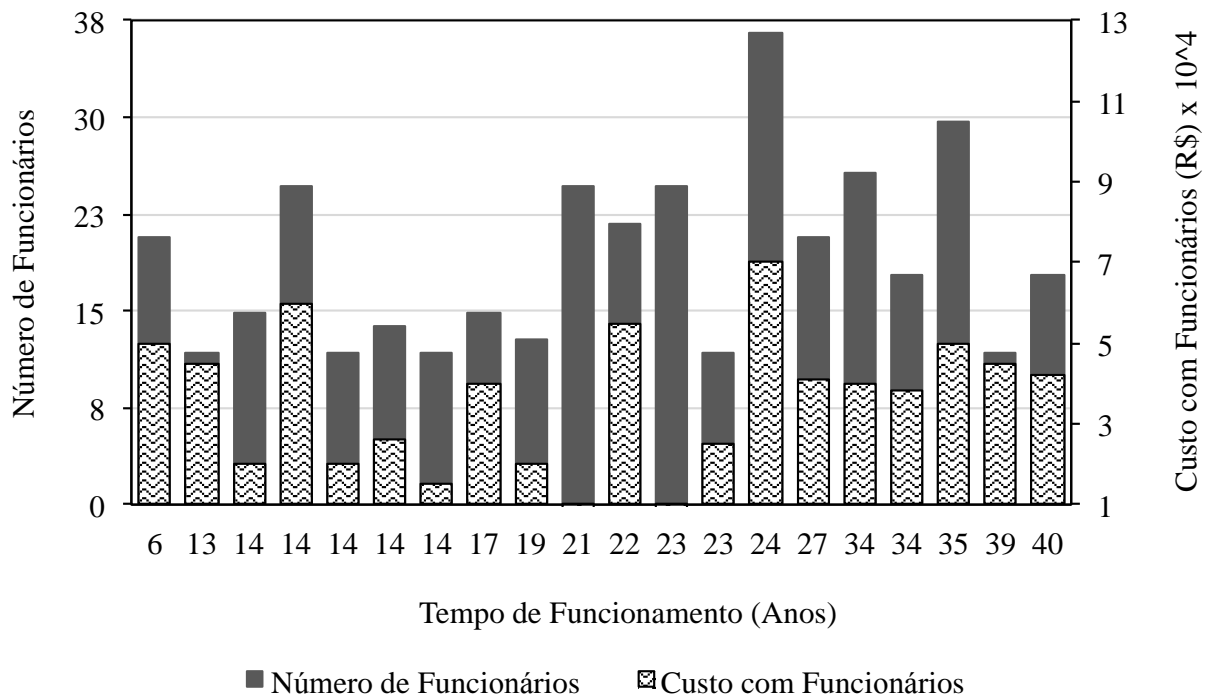
(conclusão)

| Unidade | Tratativa das Cavas | Fatores Positivos | Fatores Negativos | Expectativas |
|----------------|--|----------------------------|--|---------------------|
| P | Pastagem e plantação de vegetação nativa | Qualidade do produto | Concorrência desleal, Crise na construção civil e produtos substitutos | Ruim |
| Q | Pastagem | - | Crise Econômica | Regular |
| R | Plantação de Eucalipto | Qualidade da matéria-prima | Altos impostos e concorrência | Boa |
| S | Pastagem | - | Demanda | Ruim |
| T | Pastagem | - | Inadimplência no mercado | Ruim |

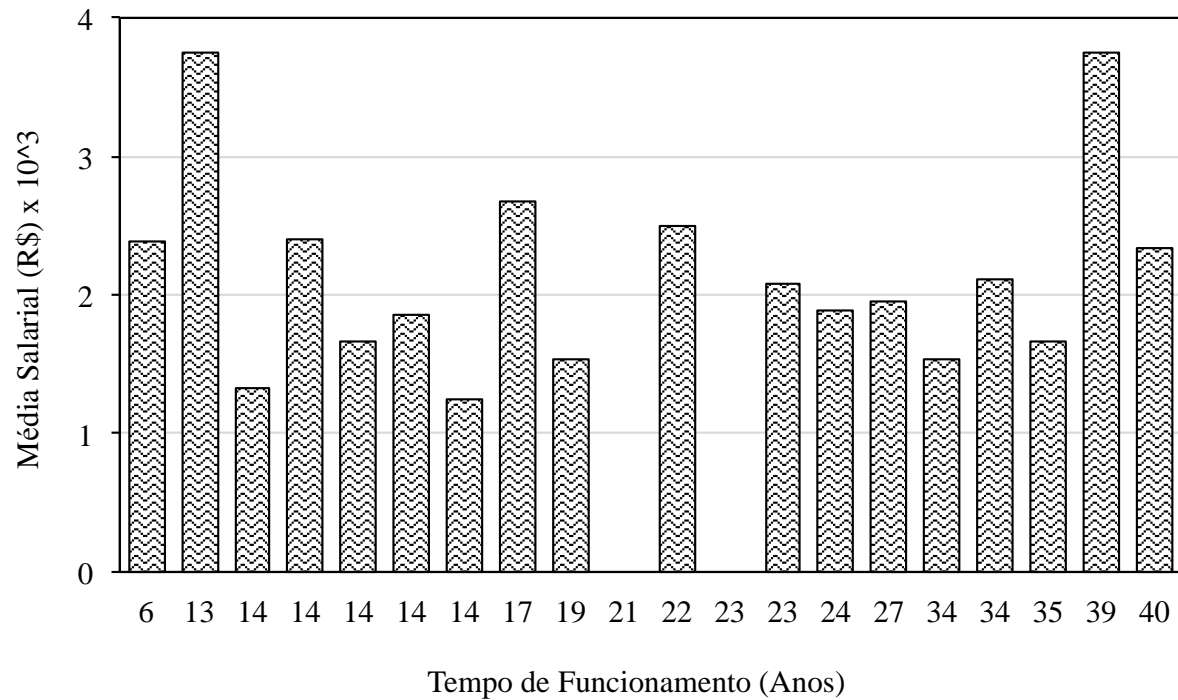
Fonte: Autor, 2019. *Valor mensal.

A partir da análise dos resultados obtidos, primeiramente verificou-se que o período de funcionamento médio das empresas ceramistas pesquisadas é de 22 anos, sendo que entre estas, a empresa mais nova e a mais antiga foram aquelas com 6 e 40 anos, respectivamente (Figura 4). Conferiu-se também que as empresas empregam entre 12 e 37 funcionários com salários médios entre R\$1.250,00 e R\$3.750,00 (Figura 5), não havendo uma relação estreita entre o tempo de funcionamento dos empreendimentos, o número de funcionários e o custo mensal com todos os recursos humanos (RH) (Figura 4). Uma vez que, a empresa com o maior número de funcionários e o maior custo mensal com a folha de pagamento dos empregados (R\$70.000,00) está no mercado há 24 anos. No caso desta companhia, o salário médio verificado foi de R\$1.891,89, valor inferior à média salarial calculada para todas as empresas (R\$ 2.148,00). Neste contexto, a melhor média salarial foi da empresa com 13 anos de operação e apenas 12 funcionários (Figura 5). Neste quesito, sobre os custos mensais totais com os funcionários, duas empresas não responderam à questão e por isto nos gráficos relacionados a este dado ou a outro não informado durante o estudo não há representação das informações.

Figura 4 - Tempo de funcionamento da empresa em relação ao número de funcionários e o custo mensal com recursos humanos



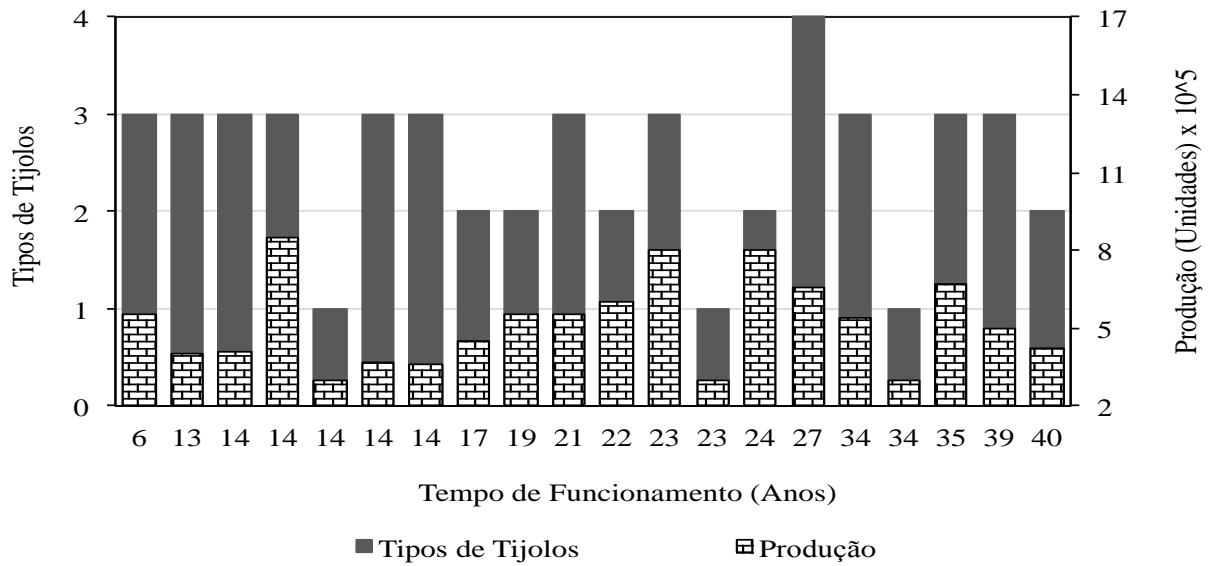
Fonte: Autor, 2019.

Figura 5 - Média salarial em relação ao tempo de operação das empresas

Fonte: Autor, 2019.

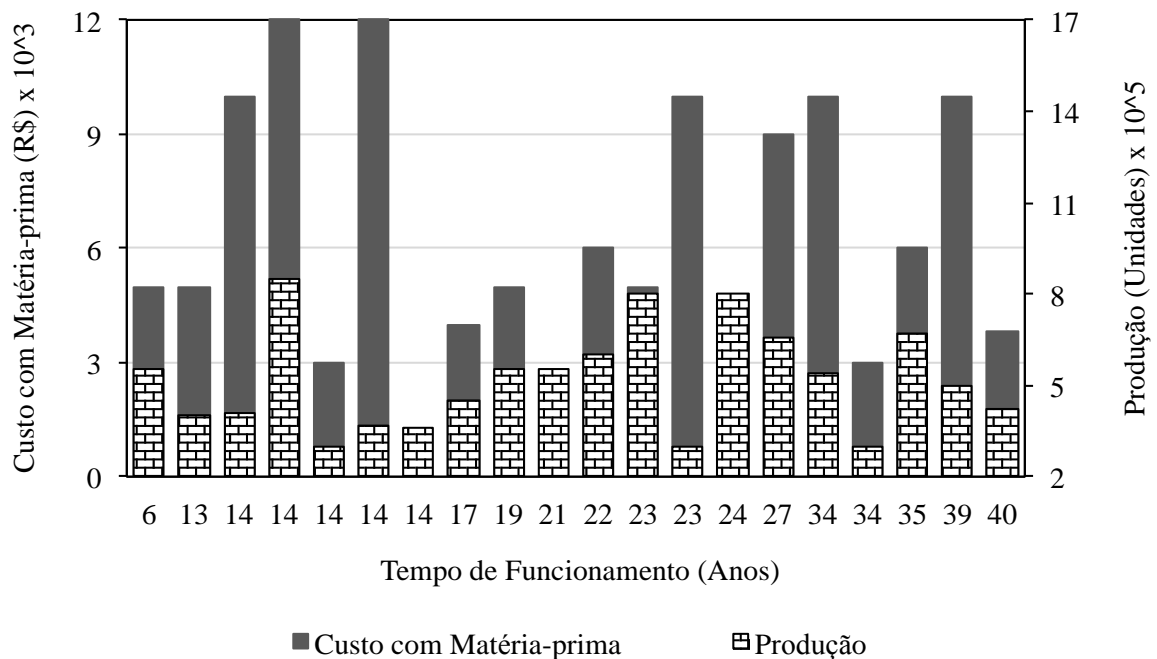
Além disto, constatou-se que as empresas avaliadas reportam uma média de fabricação de 3 tipos de tijolos diferentes e que o número de unidades produzidas mensalmente supera em média as 500 mil unidades (518.900). Embora, a experiência no setor novamente não mostrou nenhuma influência nos tipos de tijolos fabricados ou na produtividade mensal destes empreendimentos (Figura 6). Neste contexto, observa-se ainda que entre as empresas estudadas as que reportam a maior variedade de tijolos (4 tipos) e a maior produtividade mensal (850.000 unidades) são aquelas com 27 e 14 anos de experiência, respectivamente. Desta forma, esta última empresa está entre as que destacaram um alto custo mensal com a principal matéria-prima, ou seja, com a extração, a compra e o transporte da argila. Neste caso, reportaram-se custos mensais de R\$12.000,00, valor este igual ao citado por uma outra empresa com o mesmo tempo de mercado, porém com uma produtividade muito inferior (370.000 unidades). Sendo que, o custo mínimo mensal para a principal matéria-prima e a média dos valores reportados neste estudo foram de R\$ 3.000,00 e R\$ 6.988,24; concomitantemente (Figura 7), o que mostra uma grande variabilidade e faixa de custos.

Figura 6 - Tempo de funcionamento da empresa em função do número de tipos de tijolos fabricados e produção mensal das empresas



Fonte: Autor, 2019.

Figura 7 - Tempo de funcionamento da empresa, custo com a principal matéria-prima (argila) e a número e produção mensal



Fonte: Autor, 2019.

A baixa produtividade constatada para algumas das empresas poderia estar relacionada com alguns fatores produtivos, tais como, a precariedade na mecanização nos processos e a falta de atualização do parque de equipamentos. Contudo, no que se refere aos produtos de

cerâmica vermelha, sua fragilidade, característica comum aos materiais cerâmicos, contribui também para perdas associadas ao transporte, ao carregamento e descarregamento, ao armazenamento e à aplicação desses produtos (MOURA *et al.*, 2018). Estes fatores provocam grandes volumes de perdas, tanto de matéria-prima, como de produtos fora de especificação. Estes produtos constituem-se de peças quebradas e/ou outras que não se encontram de acordo com as normas técnicas existentes destinadas a esta produção e que, após a queima nos fornos não podem ser novamente moldadas. Sendo considerados resíduos inertes, pois não sofrem decomposição no solo, nem contaminação, estes produtos fora de padrão ainda apresentam uma difícil segregação e descarte. Entretanto, a destinação final deste produto é de responsabilidade do produtor.

Neste contexto, durante as visitas realizadas foi constatado que nas empresas é gerado mensalmente em média entre 300 e 500 kg de cascalhos, que não é reaproveitado dentro do próprio processo e sim disposto nos pátios da empresa, sendo geralmente descartado ou eventualmente utilizado no cascalhamento de estradas ou dos pátios. Contudo, visando uma análise da logística reversa destes e de outros resíduos gerados nas etapas produtivas, uma nova forma de lucratividade econômica e também a minimização dos impactos do descarte inadequado destes materiais residuais no meio ambiente, novos métodos de reaproveitamento destes materiais tem sido propostos, tais como o retorno destes à massa cerâmica (estabelecendo o tipo de moagem e a proporção em que podem ser utilizados) e como aditivo mineral em argamassas e artefatos de cimento (SÃO PAULO, 2014). Neste caso, as empresas poderiam também inovar com a criação de uma cooperativa com o objetivo de receber os resíduos sólidos gerados e trata-los, produzindo um novo produto, contratando nova mão de obra, gerando emprego e renda para a comunidade.

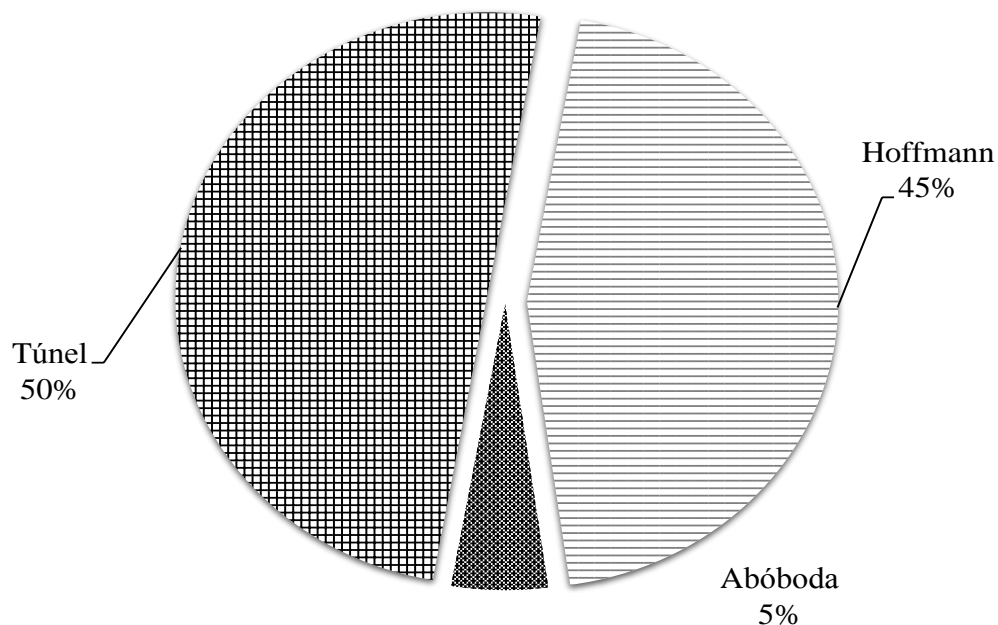
Por outro lado, é importante analisar também o impacto do principal equipamento utilizado neste tipo de empreendimento (forno) e do combustível empregado no mesmo. Neste contexto, segundo as análises das Figuras 8 e 9 verifica-se que 3 tipos de fornos (Túnel, Hoffmann e Abóboda) são utilizados por estas empresas na região, sendo que metade delas utiliza o forno tipo Túnel. Neste contexto, apesar do forno tipo Túnel apresentar um menor consumo de energia, seguido do tipo Hoffmann, reporta-se que geralmente estes últimos mostram uma melhor produção, um baixo consumo de energia, simples manuseio e sua tecnologia permite um melhor controle durante a queima, sendo possível o aproveitamento de gases de escape (BACELLI, 2010). Contudo, os resultados mostram que não é possível atribuir somente a este equipamento a determinação no custo mensal com energia elétrica e na

produtividade nas empresas avaliadas, assim como também, não se verificou uma tendência clara em relação ao tempo do empreendimento e o principal tipo de forno utilizado.

Neste sentido, a partir dos custos mensais com a matéria-prima foram então estimadas as quantidades mássicas de argila utilizadas mensalmente em cada empreendimento considerando-se um custo unitário de R\$ 0,14/kg. Este valor foi considerado depois de uma pesquisa de mercado junto a algumas associações (Rede Campos Cerâmica, RCC; Sindicato da Indústria de Cerâmica para Construção de Campos, SICCC) que representam o setor na região. Por meio da análise dos valores obtidos observa-se que as empresas menos produtivas (14 e 23 anos) utilizam fornos do tipo Túnel (Figura 10).

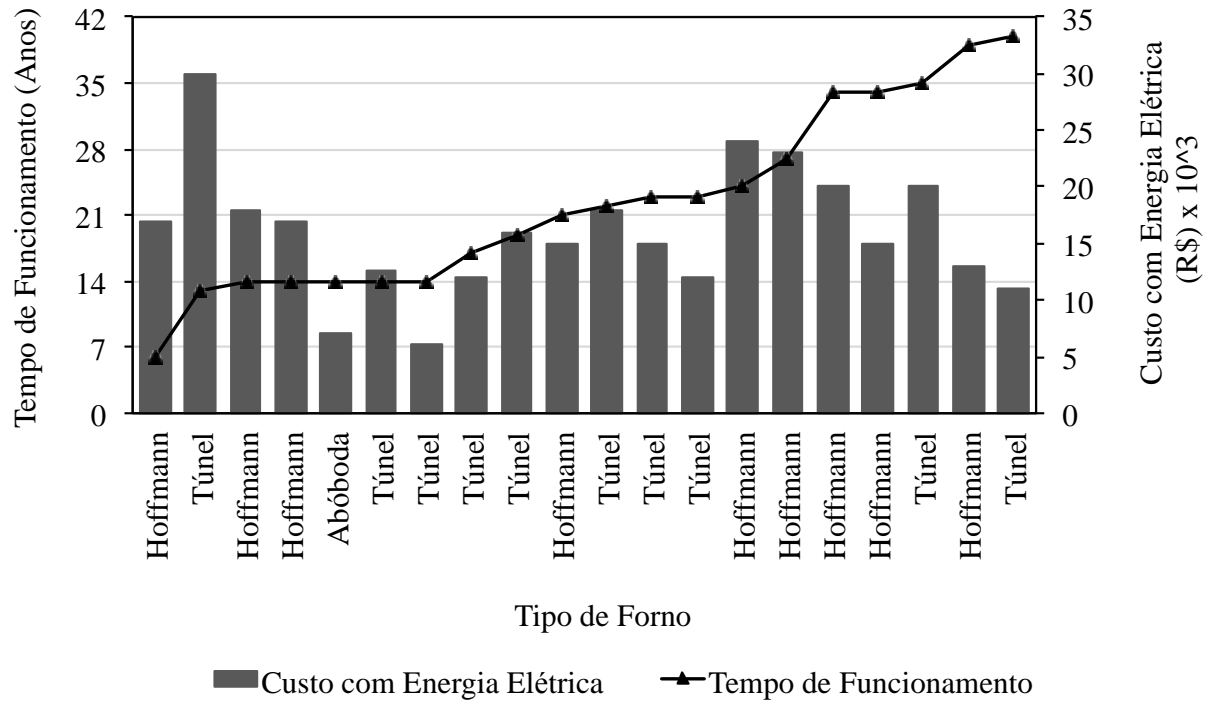
Contudo, segundo os dados fornecidos, de modo geral são os fornos do tipo Hoffmann que exigem dos empresários maiores despesas com sua manutenção preventiva (Figura 11). Os dados indicam custos mínimos de R\$ 2.000,00 mensais, podendo atingir valores dez vezes maiores, ou seja, R\$ 20.000,00 por mês, com uma média mensal de R\$ 9.857,14. Podendo-se verificar também que este custo é independente do volume de produção mensal e do tempo de operação das empresas avaliadas.

Figura 8 - Tipo de forno utilizado nas empresas pesquisadas



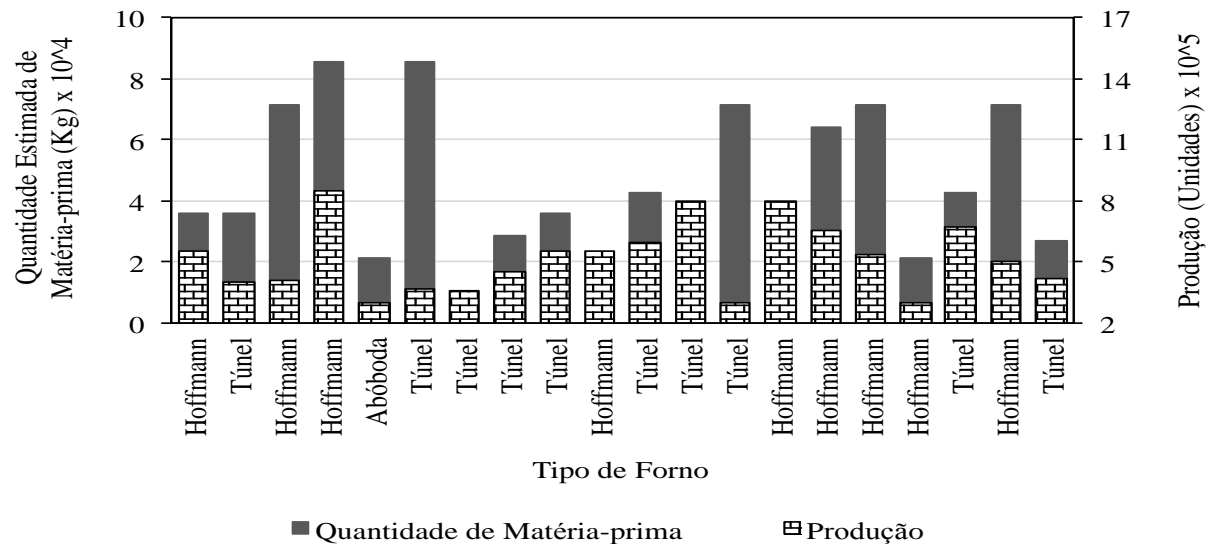
Fonte: Autor, 2019.

Figura 9 - Tipo de forno utilizado, tempo de funcionamento da empresa e custo mensal com energia elétrica

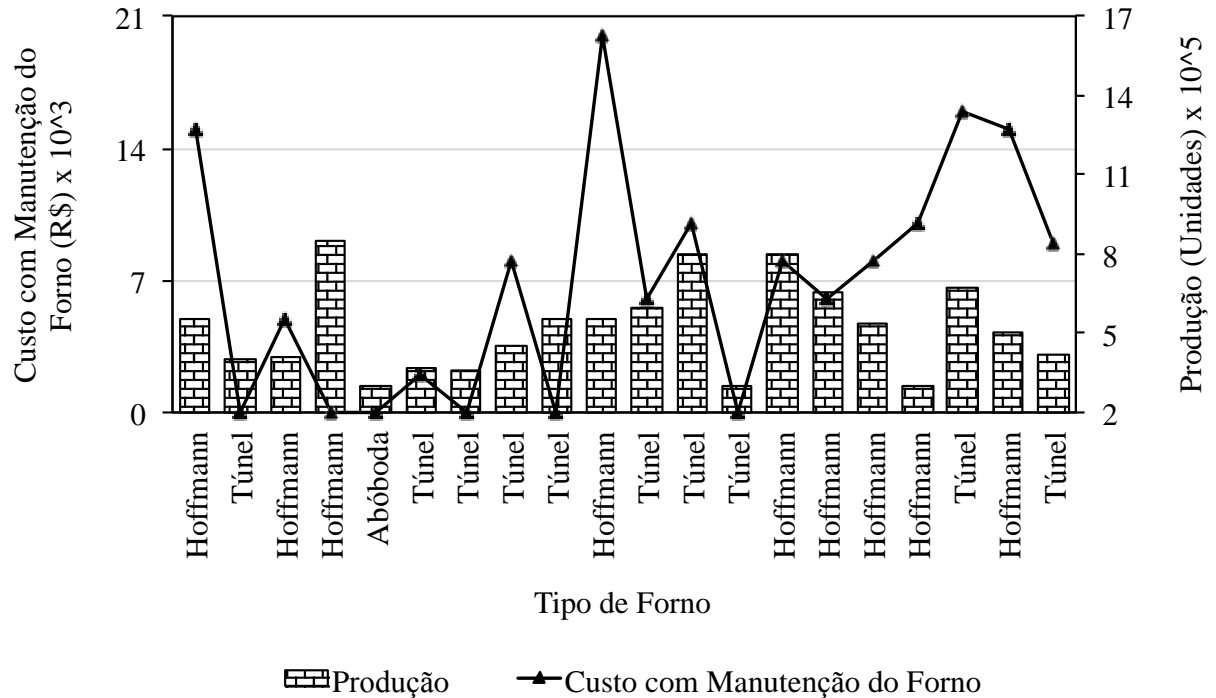


Fonte: Autor, 2019.

Figura 10 - Tipo de forno utilizado, consumo de matéria-prima estimada e produção mensal



Fonte: Autor, 2019.

Figura 11 - Tipo de forno utilizado, custo de manutenção deste e produção mensal

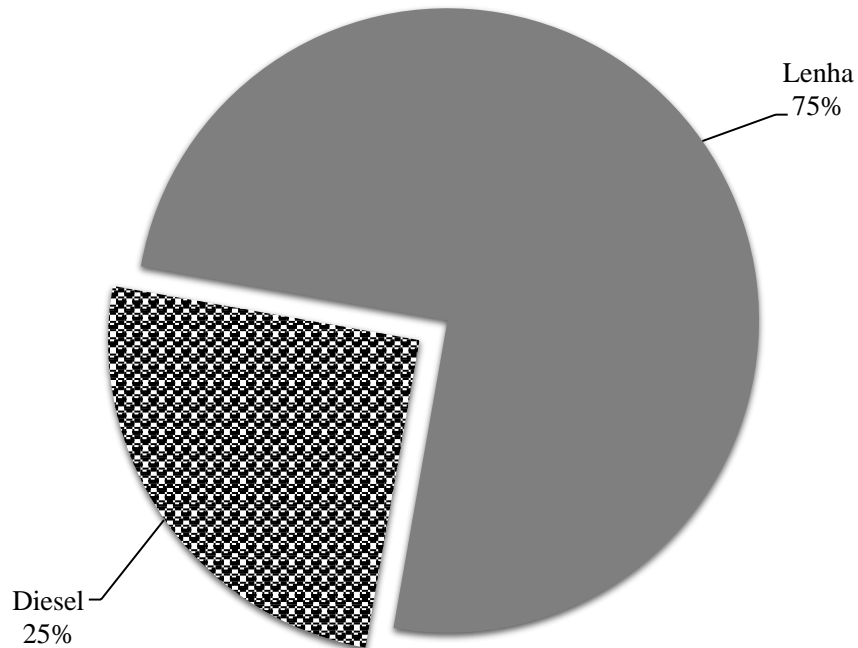
Fonte: Autor, 2019.

Em relação ao tipo de combustível utilizado nestes fornos, constatou-se que 75% das empresas analisadas ainda utilizam a lenha como combustível (Figura 12). Contudo, a escolha não está diretamente relacionada com o tempo da companhia, uma vez que a empresa aberta mais recentemente, assim como aquela com mais tempo de atuação no mercado ceramista utilizam o diesel como principal combustível (Figura 13). Além disto, entre as firmas com o maior número de unidades produzidas e aquelas com as menores produtividades se destaca a utilização nos fornos tanto deste combustível fóssil como da lenha, não havendo tampouco uma relação direta e estreita entre estes parâmetros. As formas tradicionais de biocombustíveis florestais são a lenha e o carvão vegetal, e de acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*, FAO), a lenha ainda é a fonte de energia renovável mais importante, fornecendo cerca de 6% da energia primária global (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS., 2018).

No Brasil, segundo o IBGE este é o segundo combustível mais utilizado (IBGE, 2018b) e isto pode estar associado ao poder aquisitivo, à disponibilidade e a aspectos culturais (GIODA, 2019). Contudo, o uso deste recurso no país tem acarretado no aumento do desmatamento em algumas regiões, sendo necessário um melhor manejo das florestas nativas, dos plantios de florestas comerciais e uma maior fiscalização para reduzir o uso da lenha de forma inadequada

(GIODA, 2019). Enfatizando-se novamente que, as informações ou os valores não fornecidos pelos entrevistados em cada empreendimento não estão expostos nos gráficos apresentados e aparecem como nulos.

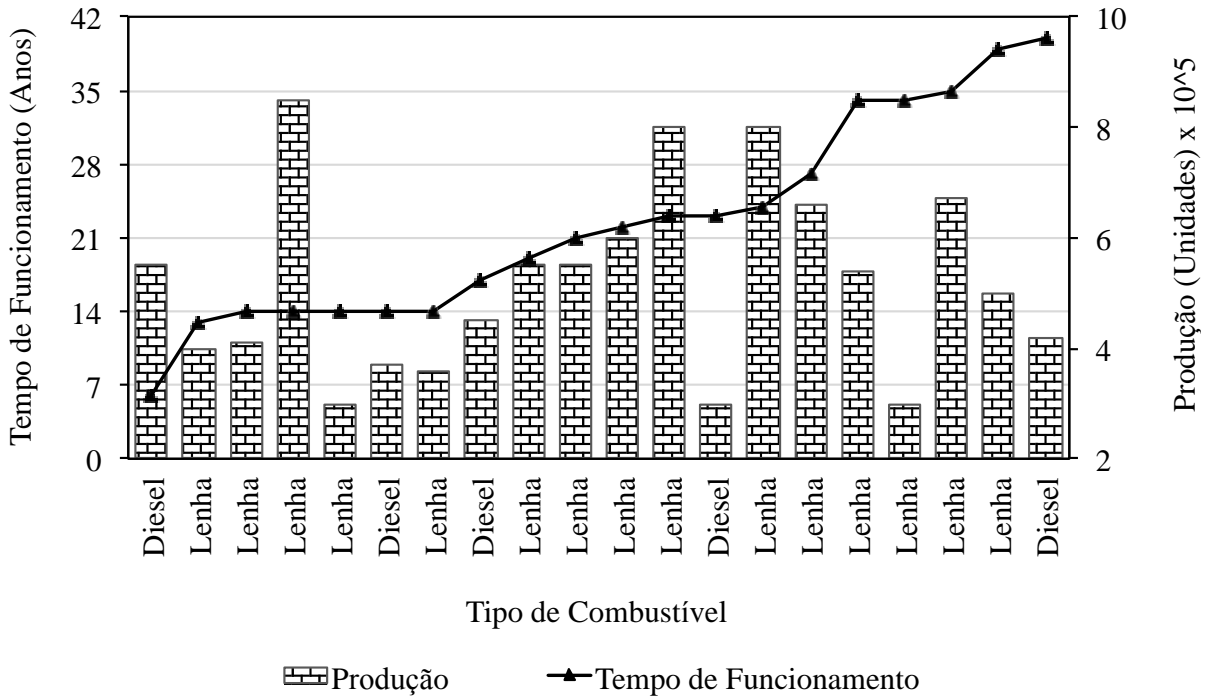
Figura 12 - Análise do tipo de combustível utilizado em todas as empresas pesquisadas



Fonte: Autor, 2019.

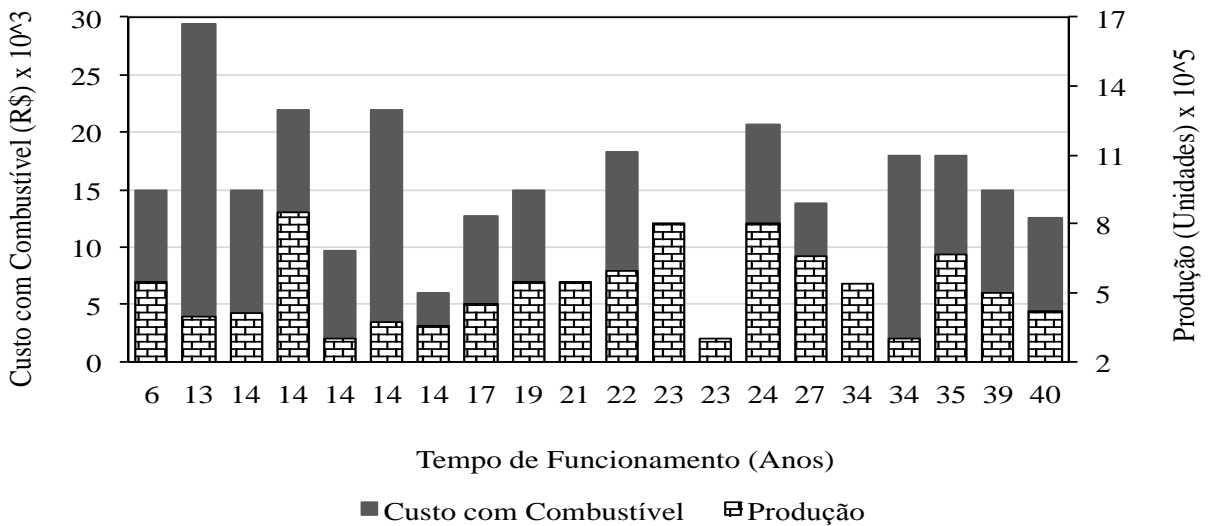
Constatou-se ainda que o volume médio de combustível consumido é de 214.158 L por mês e que os maiores custos apontados estão geralmente associados à aquisição de lenha, contudo independem do tempo de funcionamento do empreendimento. Estes custos estão na faixa dos R\$ 600,00 aos R\$ 29.400,00; com um valor médio de R\$ 14.444,74 (Figura 14). Desta forma, considerando todos os custos anteriormente descritos e apontados pelos entrevistados (mão de obra, matéria-prima, manutenção do forno, energia elétrica e combustível) estimaram-se os custos totais apresentados na Figura 15. Sendo possível considerar que tanto empresas novas, como aquelas com mais tempo de funcionamento mostram os altos custos totais. Neste contexto, o menor valor (R\$ 27.000,00) foi citado por uma empresa com apenas 14 anos e o maior (R\$ 122.599,97) foi verificado em um empreendimento com 24 anos de atuação no mercado.

Figura 13 - Tipo de combustível utilizado, tempo de funcionamento da empresa e produção mensal



Fonte: Autor, 2019.

Figura 14 - Tempo de funcionamento da empresa, custo com a aquisição do combustível e produção mensal

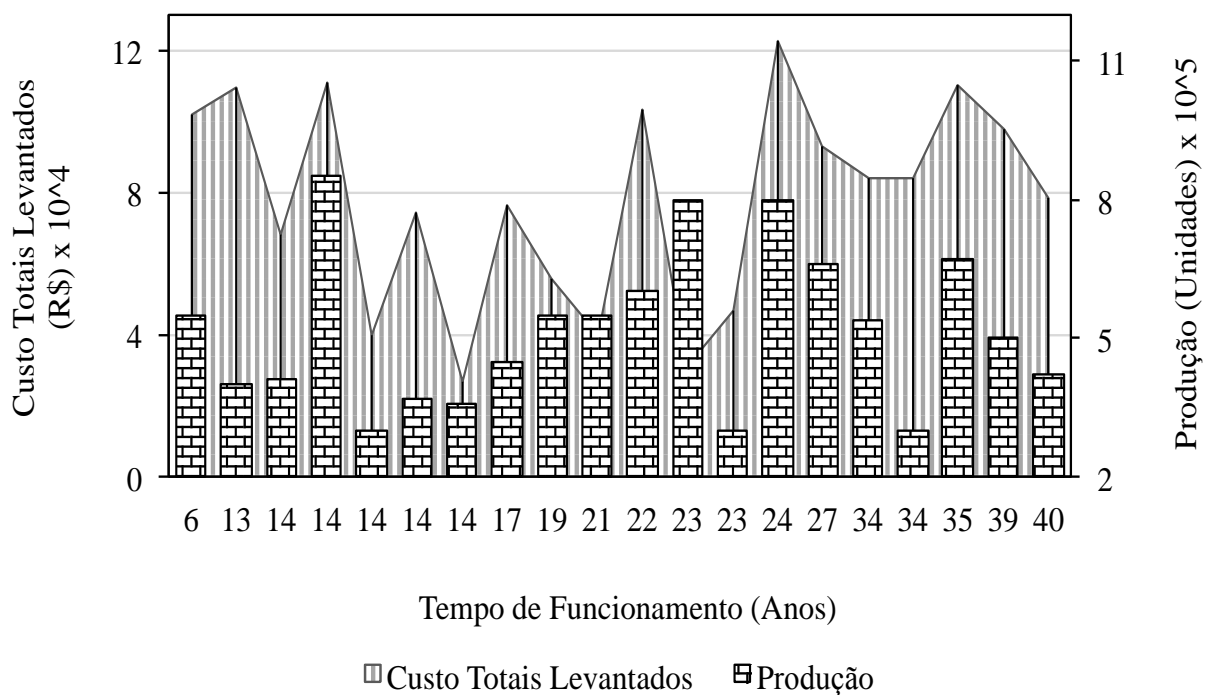


Fonte: Autor, 2019.

Entretanto, estes custos não estão diretamente relacionados com o volume produtivo informado, mostrando-se um perfil de ineficiência neste setor regional. Isto provavelmente devido aos impactos das condições existentes nestes empreendimentos e verificadas durante as

visitas realizadas. Sobretudo, a falta de mecanização ou automatização e a ausência de uma sequência de produção adequada, com layout inadequado e equipamentos distantes um do outro, o que contribui diretamente com a perda de materiais devido à circulação, o aumento dos custos e a queda na produtividade. Observando-se ainda que muitos dos resíduos gerados não retornam para a cadeia de valor, quer seja pela falta de políticas de incentivo ou leis que impactem economicamente os infratores, ou pela falta de iniciativa das próprias empresas do setor ceramista.

Figura 15 - Tempo de funcionamento da empresa, custos totais levantados e produção mensal



Fonte: Autor, 2019.

Para a implementação de novas tecnologias no setor cerâmico é necessária a quebra de algumas barreiras que impedem o seu desenvolvimento. Os desafios são muitos, no entanto, alguns possuem um destaque quando se remetem ao setor das cerâmicas vermelhas. Por serem empresas de pequeno a médio porte, em sua maioria, o processo produtivo é bastante artesanal e desfasado, com poucas cerâmicas que detêm uma maior tecnologia empregada, não ocorrendo controle das principais variáveis de forma automática, sendo toda a produção gerida manualmente com base na experiência da mão de obra utilizada (BRAGA *et al.*, 2016; LIMA, 2018).

Desta forma, a produtividade e a qualidade do produto final pode ser afetada pela falta de investimentos, modernização e a não linearidade das condições em cada etapa do processo

produtivo ou até mesmo na própria etapa, assim a produção de um lote de peças para outro pode haver diferenças significativas e até mesmo não atenderem as especificações técnicas exigidas pelas normas. Um estudo recente verificou que no processo de secagem das cerâmicas Campistas apenas a minoria possuía estufas e a maioria realizava o processo de secagem ao ar livre (LIMA, 2018).

Outro fator que é visto como obstáculo para implementação de um melhor controle do processo, por meio de sua automação, é o custo elevado que traz o desenvolvimento do projeto de controle e a sua execução. As cerâmicas mesmo possuindo produtos de baixo valor agregado podem buscar estratégias de forma a melhorar a qualidade da sua produção e assim aumentar o seu mercado consumidor. No entanto, reporta-se que a grande maioria, não possui aporte financeiro para efetuar tais modificações no processo produtivo, embora a renda do segmento tende a permanecer nos locais de produção, com impacto econômico e social positivo (BRASIL, 2018).

Para que as dificuldades sinalizadas sejam superadas são necessárias algumas ações por parte dos ceramistas. A primeira delas é o treinamento e profissionalização da mão de obra, outra medida importante é a melhoria do processo produtivo. Tais medidas requerem tempo e principalmente recursos financeiros. Desta forma, devem ser priorizadas etapas do processo produtivo que interfiram diretamente no produto final, além de utilizar alternativas de baixo custo para implementação do controle do processo (LIMA, 2018).

A partir do momento em que um empreendimento possui controle sob a sua produção, pode encontrar procedimentos para otimizar sua área operacional, expandir a capacidade produtiva e melhorar a qualidade do que utiliza e do que produz. Nesta conjuntura, um fator relevante quando se trata especificamente da sustentabilidade energética é analisar o custo associado à etapa da queima, a qual é a que mais energia consome e por tanto onde se tem a maior despesa financeira em todo o processo produtivo. No Brasil, estima-se que aproximadamente 30% do total dos custos energéticos é proveniente da queima, sendo desse total um terço consumido com energia elétrica e dois terços consumidos com a energia térmica, como comparação, na Itália esse custo chega a no máximo 20%. Uma medida que pode ser tomada para que esse custo diminua é a troca de alguns equipamentos que consomem muita energia, no entanto tal medida torna-se inviável para a grande parte dos ceramistas (NASSETTI, 2010).

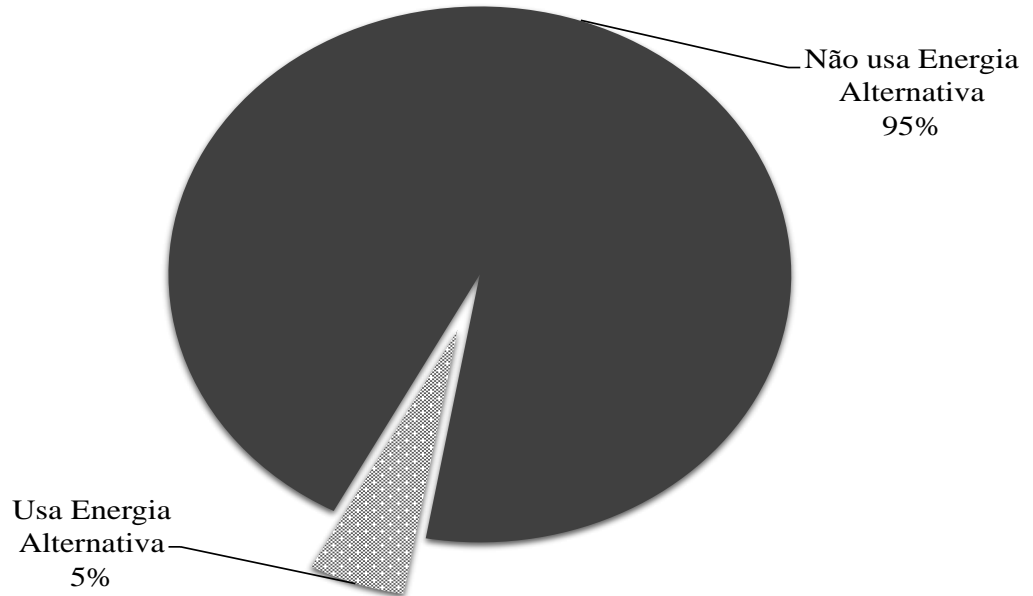
Neste sentido, a atual orientação implicaria em um aumento na utilização de energias alternativas e de lenha de reflorestamento, fato que poderia gerar um excedente de biomassa para a comercialização de madeira. O uso da biomassa florestal é uma importante alternativa

de fonte energética renovável, econômica, técnica e ambientalmente viável, disputando espaço com outras fontes energéticas, mais caras ou não renováveis. Dentro do segmento de cerâmicas vermelhas, tradicional consumidor de lenha para a produção de energia. Uma considerável parcela de empresas deste setor recentemente passou a utilizar, como alternativa de energia, cavacos produzidos a partir de resíduos madeireiros diversos. A opção por esse tipo de biomassa se deve à maior disponibilidade desse material para aquisição no mercado; ao fato de envolver um importante aspecto ambiental, uma vez que se trata de um material de origem renovável; por proporcionar uma maior homogeneidade durante a combustão, quando comparado com a lenha; e possibilitar a automação da alimentação dos fornos (LOPES *et al.*, 2016). Além disto, o uso de resíduos do agronegócio na etapa da queima das peças dentro do forno tem sido utilizado como estratégia de várias empresas que desejam adquirir algum tipo de certificação específica (BRASIL, 2018).

Quando analisadas as informações levantadas referentes ao emprego de energias alternativas (Figura 16), somente uma (5%) entre todas as empresas avaliadas confirmou sua utilização. Entretanto, esta empresa com 23 anos de atuação no setor, não especificou que tipo de energia alternativa emprega. Um outro ponto analisado neste estudo foi o conhecimento sobre o briquete de biomassa (Capim Elefante) e sua utilização dentro dos empreendimentos. Considerando este aspecto, somente quatro empresas entre as pesquisadas conhecem esta nova fonte energética (Figura 17), mas nenhuma delas está utilizando, e apenas três a utilizariam se estivesse disponível na região e caso fosse economicamente atrativo para o empreendimento (Figura 18).

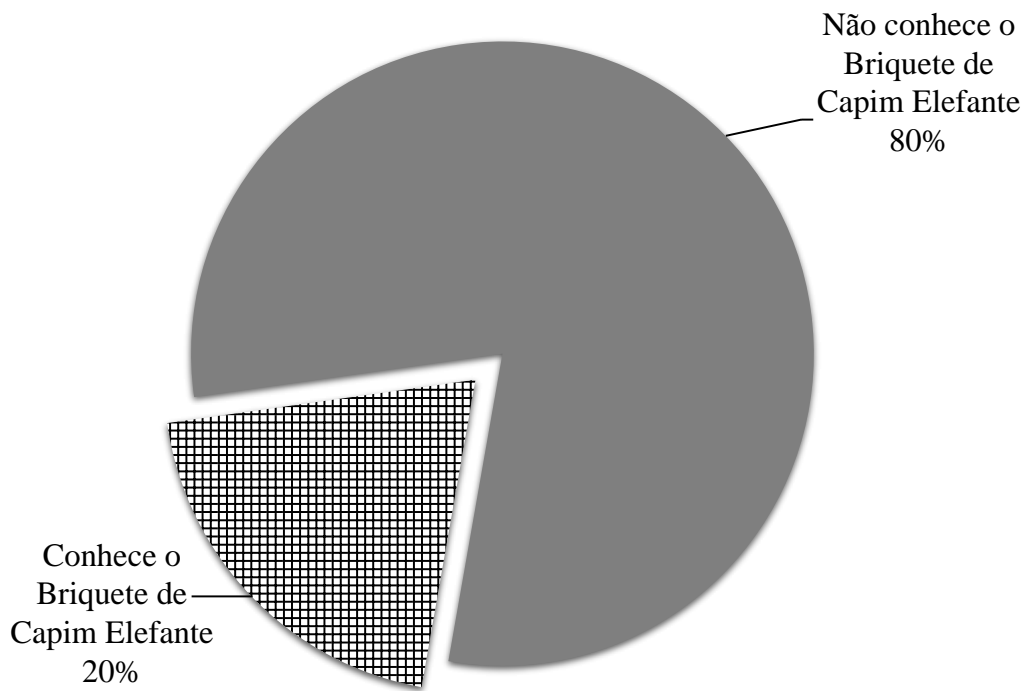
Verificando-se que a cultura da maioria dos proprietários e dos funcionários envolvidos no setor dificulta a predisposição à inovação, isto devido provavelmente à falta de profissionalização da mão de obra, à falta de visão inovadora e à baixa cooperação dentro da organização. Ainda que tais problemas citados anteriormente sejam uma dificuldade para o crescimento e a sustentabilidade da indústria cerâmica na região Campista, o principal deles ainda continua sendo a mão de obra sem qualificação. E para reduzir este, seriam necessários investimentos em treinamentos, qualificações e melhores remunerações.

Figura 16 - Análise do uso de energia alternativa nas empresas pesquisadas



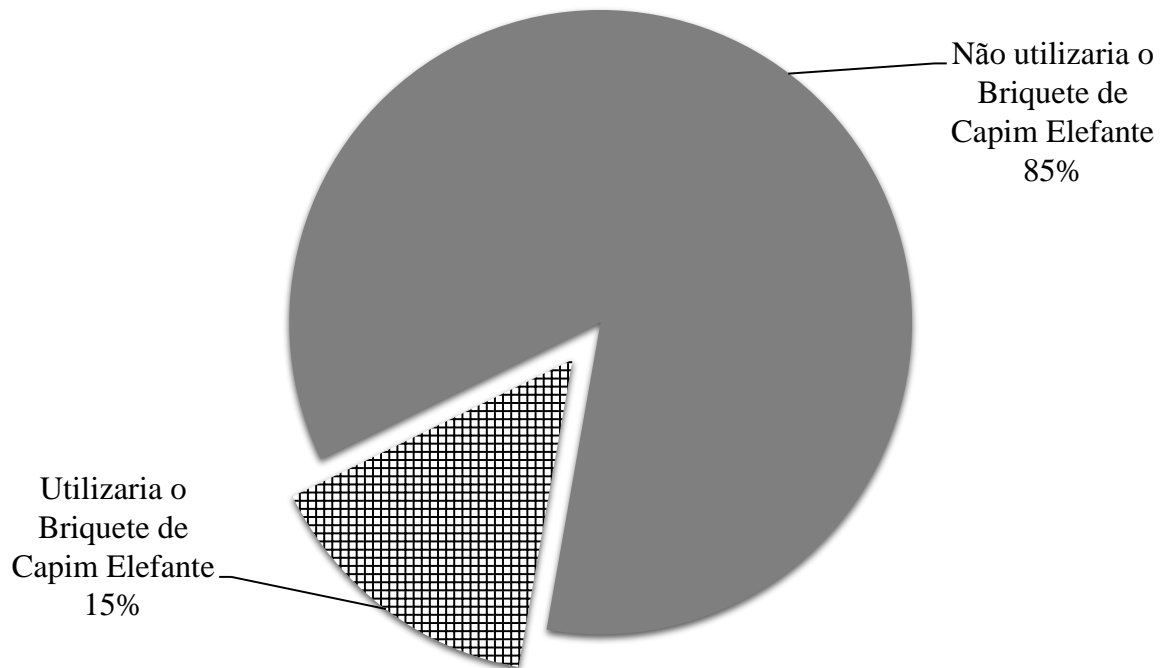
Fonte: Autor, 2019.

Figura 17 - Análise do conhecimento energético sobre o briquete de biomassa



Fonte: Autor, 2019.

Figura 18 - Análise da possibilidade da utilização do briquete de biomassa



Fonte: Autor, 2019.

Conforme destacado anteriormente, a etapa de extração da principal matéria-prima da indústria da cerâmica vermelha tem um grande impacto ambiental e segundo o art. 2º da resolução nº. 1/86 do CONAMA, as atividades geradoras de risco, para serem executadas dependem obrigatoriamente da elaboração de estudo técnico-científico de impacto ambiental, para que os seus executores, assim, possam requerer o licenciamento devido. Dessa forma, a realização dos estudos de impacto ambiental (EIA) para os empreendimentos de mineração é importante na tentativa de minimização dos impactos existentes, pois os empreendimentos de mineração são pressionados pelo governo, pela legislação e pela opinião pública a adotarem medidas concretas de preservação e controle ambiental. De acordo com a Lei nº 6938/1981 (Política Nacional do Meio Ambiente), diante dos efeitos negativos causados pelas ações humanas é necessária à implantação de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). Este plano envolve as ações a serem desenvolvidas no local, cujo objetivo é promover o retorno de algum tipo de uso da área que foi degradada. O plano pré-estabelecido para o uso do solo busca obter estabilidade do ambiente diante dos problemas ambientais decorrentes desta atividade exploratória (MELLO *et al.*, 2017).

As práticas mais comuns utilizadas no controle das áreas impactadas pela mineração envolvem medidas de mitigação convencionais, tais como, a restrição da remoção da vegetação

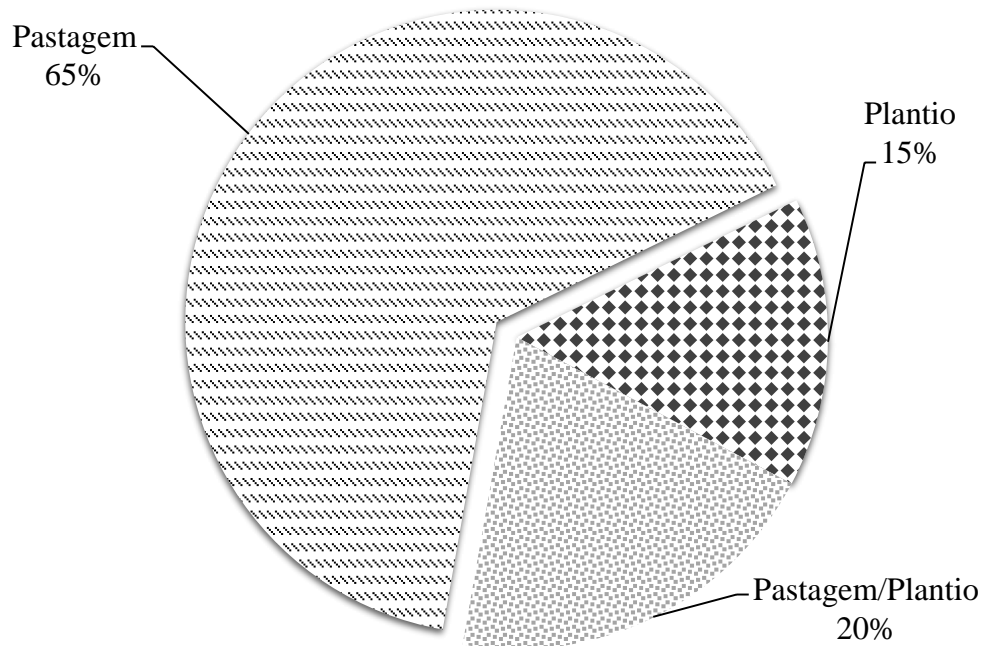
ao mínimo necessário e vegetação das áreas impactadas, sempre que possível, a instalação de sistema de drenagem das águas pluviais nas frentes de lavra e nos pátios de estocagem, de forma a conduzi-las para tanques de decantação antes da liberação para o meio externo. Especificamente para o controle de poeira, verifica-se a instalação de barreira vegetal nos entornos da cava e do pátio de estocagem e a aspersão de água sobre os acessos não-pavimentados situados no interior e no acesso ao empreendimento. Dependendo da situação topográfica, as medidas usuais de recuperação de cavas de argila envolvem o preenchimento de cavas com materiais estéreis, e outros materiais disponíveis como resíduos de construção, terraplenagem para reafeiçoamento do relevo com a finalidade de atenuar o impacto visual, reduzir a possibilidade de erosões, permitindo a revegetação e, em certos casos, a conversão das áreas para um novo uso (SÃO PAULO, 2018).

Finalmente, aborda-se no âmbito ambiental a adequada tratativa das cavas exploradas além de minimizar os impactos ambientais decorrentes da extração de matérias-primas diretamente do meio ambiente possibilitaria um aumento da sustentabilidade neste setor. Sendo assim, durante o estudo realizado questionaram-se também os entrevistados sobre o tipo de tratativa realizada nas cavas e os resultados mostraram que entre todas as empresas predominam dois tipos de tratativa, sendo elas o desenvolvimento de pastagem (65%), o plantio específico de algumas mudas (15%) ou ambas tratativas simultaneamente (20%) (Figura 19).

Quanto à recuperação das cavas de argilas, entre as mudas plantadas, as de eucalipto são as mais comumente empregadas, estando seu plantio diretamente ligado à indústria ceramista e observando-se uma intensificação deste na região Campista. Esta prática pode estar sendo relacionada a uma forma de compensação ambiental. Contudo, este fato deve ser cuidadosamente analisado, pois esta espécie não é nativa e vem sendo utilizada como fonte energética (lenha) na produção das peças cerâmicas.

Em alguns núcleos ceramistas, a precariedade técnica e a ilegalidade das operações de lavra colocam em permanente risco a sustentabilidade da atividade minero-cerâmica. Uma solução estruturante possível, e que está sendo colocada em prática em algumas regiões é a implantação de uma mineradora local comum. Essa forma de condução empresarial da atividade mineral permite a concentração da produção de argila em poucas áreas e contribui para uma produção otimizada (ganho de escala), propiciando o controle e a recuperação das áreas mineradas e facilitando o processo de legalização das minas (SÃO PAULO, 2018).

Figura 19 - Análise do tipo de tratativa das cavas exploradas pelas empresas ceramistas avaliadas



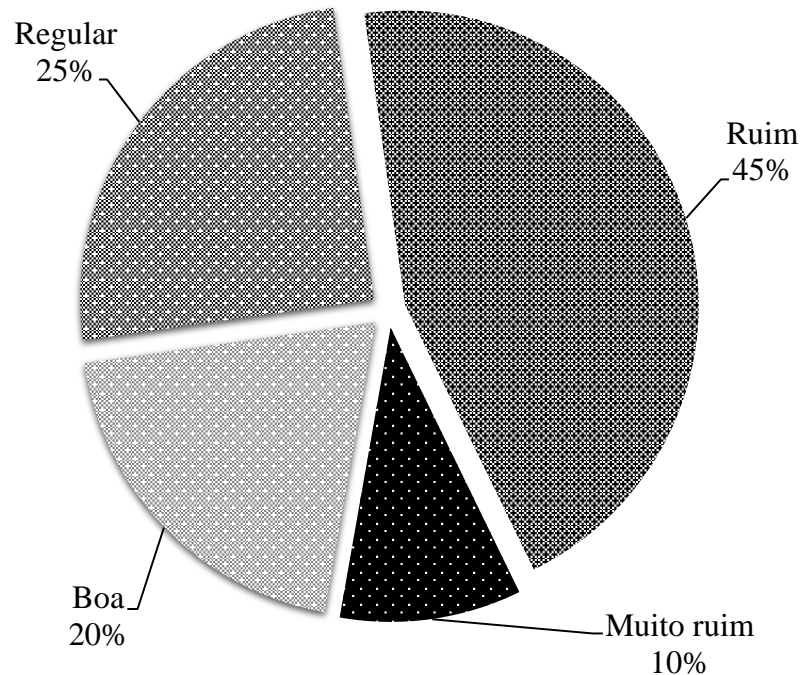
Fonte: Autor, 2019.

Por outro lado, identificar outras questões que impactam a produtividade e o desenvolvimento sustentável destas empresas permitirá a definição de soluções, desde a iniciativa privada, passando pelos municípios e pelo estado, até a federação. Entretanto, em curto prazo, será necessário que cada empresa realize uma análise criteriosa de suas vulnerabilidades, diante dos cenários particular e geral. Nesta circunstância, vários foram os fatores positivos e as fragilidades sinalizadas por cada representante dos empreendimentos. Entre os principais pontos positivos colocados destacam-se a qualidade da matéria-prima local, o elevado conhecimento adquirido (*know how*) sobre a matéria-prima, o produto e o setor, a maturidade da tecnologia, a qualidade do produto regional, a alta produtividade, o baixo custo, a alta demanda e a alta lucratividade. Entretanto, ainda que a argila empregada na região tenha adequadas propriedades para garantir a fabricação de produtos dentro das normas, a qualidade do material ainda é limitada devido principalmente à falta de padronização e de controle no processo produtivo (LIMA, 2018).

Além disto, igualmente foram sinalizados alguns pontos negativos entre os quais ressaltam-se a concorrência de novos materiais e produtos substitutos, a presença de empresas informais e sua concorrência, as crises econômicas e a instabilidade do mercado, a dependência da demanda do setor da construção civil, os altos impostos, a inadimplência no mercado e a disponibilidade de mão de obra. Desta forma, uma análise geral mostra que apenas 20% das

empresas sinalizam boas expectativas e mais da metade (55%) destas reflete expectativas negativas para o setor nos próximos anos (Figura 20).

Figura 20 - Análise das expectativas em relação ao setor ceramista



Fonte: Autor, 2019.

Estas colocações permitem identificar os principais fatores internos que devem ser trabalhados pelo setor, para a maximização de diferenciais competitivos e a diminuição ou eliminação de fraquezas e questões externas que demandam atenção, de forma a aproveitar as oportunidades reconhecidas e minimizar o efeito e o impacto das ameaças vislumbradas. Contudo, além destas indicações outras também são de destaque e foram constatadas durante as visitas realizadas, tais como, o desenvolvimento de estratégias setoriais, de curto prazo e sem integração com outras regiões e estados, a pouca mecanização e automação das plantas industriais, sobretudo as micro e pequenas empresas, a baixa produtividade e os custos elevados, o desconhecimento sobre os impactos da exploração nas jazidas minerais e a fabricação de produtos de baixo valor agregado com forte demanda atrelada ao setor da construção (dependência de políticas públicas) e grande dependência da proximidade do mercado consumidor. Além disto, como também destacado em outro estudo, a desestrutura organizacional das empresas da região, com baixa capacidade para inovação, também limitam seu crescimento e a qualidade dos seus produtos (LIMA, 2018). Sendo possível ainda,

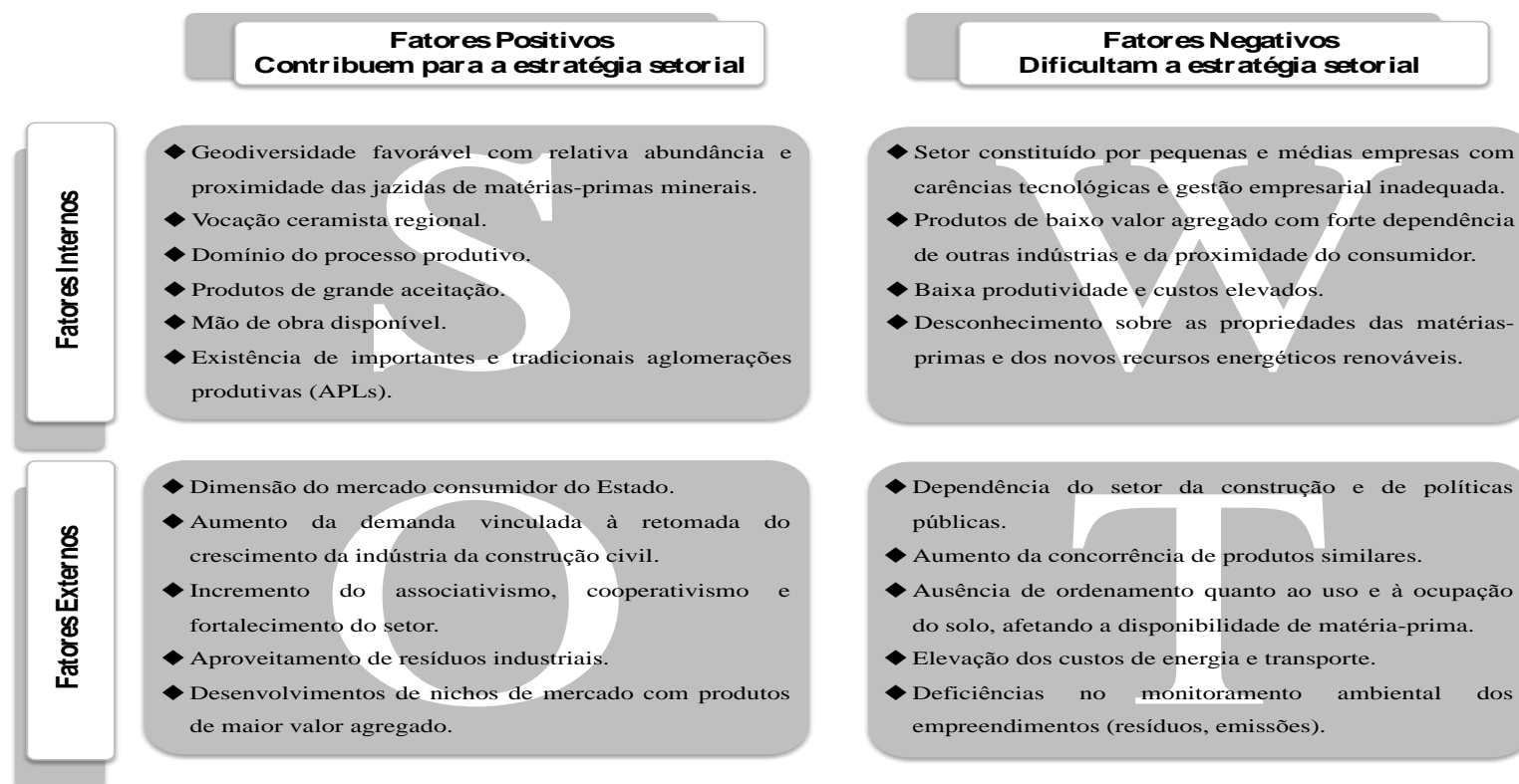
prognosticar um aumento da concorrência de produtos similares (peças de concreto e outros materiais naturais ou sintéticos), a redução da disponibilidade de matéria-prima e o aumento das deficiências no controle ambiental dos empreendimentos, principalmente os resíduos sólidos e as emissões da queima dos combustíveis utilizados.

Neste contexto, a expectativa do aumento da produção com a normalização do mercado doméstico e inclusive com uma futura possibilidade de exportações pode elevar de forma relativamente expressiva o interesse no aumento da produtividade e da sustentabilidade no setor. Entretanto, para isto deverão haver adequações e inovações que vão desde o uso e o desenvolvimento de novos materiais e produtos, incluindo resíduos industriais, até alterações na tecnologia para a adequação à utilização das novas matérias-primas e adaptações em equipamentos e no processo visando a redução dos danos e impactos ambientais e o atendimento às atuais exigências nacionais e globais.

Com o objetivo de sintetizar os fatores que interferem na competitividade e sustentabilidade de empresas e negócios em um esquema simplificado, dentre as diversas técnicas de avaliação setorial, se destaca a ferramenta de Análise SWOT. Esta ferramenta é utilizada para realizar análises de cenário (ou análise de ambiente), sendo uma base para a gestão e o planejamento estratégico a nível corporativo ou empresarial. Entretanto, devido a sua simplicidade, pode ser utilizada para qualquer outro tipo de análise de cenário, desde os mais simples até a gestão de multinacionais. A Análise SWOT é um sistema simples para posicionar ou verificar a posição estratégica da empresa no ambiente de análise em questão e o resultado dessa avaliação é a criação de uma matriz, onde são identificados os principais fatores internos para serem trabalhados pelo setor, para maximização de diferenciais competitivos e diminuição ou eliminação de fraquezas. Além disto, se constata os pontos externos que demandam atenção, de forma a aproveitar as oportunidades reconhecidas e minimizar o efeito e o impacto das ameaças vislumbradas (SÃO PAULO, 2018).

Neste contexto, no presente trabalho foi estruturada uma matriz (Figura 21) na qual estão indicadas algumas das forças, fraquezas, oportunidades e ameaças detectadas. E este diagnóstico estratégico visa, sobretudo, trazer elementos que fundamentem a reformulação dos processos e produtos para o aprimoramento deste importante setor produtivo em Campos dos Goytacazes.

Figura 21 - Análise estratégica do segmento de cerâmica vermelha no município de Campos dos Goytacazes



Fonte: Autor, 2019.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O setor cerâmico pode ser considerado como uma das primeiras indústrias de transformação implementadas no Brasil. E este pioneirismo também é marcante no Estado do Rio de Janeiro e no município de Campos dos Goytacazes. Com grande parte de seus produtos suprindo a cadeia de consumo da construção civil, este setor participa diretamente da dinamização da economia, do crescimento urbano Campista e da geração de postos de trabalho e de renda. Neste contexto, as atividades de pesquisa desenvolvidas permitiram reunir um conjunto de dados e informações sobre a cadeia produtiva cerâmica no município de Campos dos Goytacazes, que foram detalhados e discutidos anteriormente, podendo ser extraídas algumas considerações conclusivas sintetizadas a seguir.

- Campos dos Goytacazes concentra o maior parque cerâmico do estado, com alguns ramos dessa indústria de transformação alcançando expressão regional e estadual.
- O setor é responsável por um consumo expressivo de bens minerais, produzidos no próprio território Campista, com peso significativo na matriz de custos das empresas.
- A maioria dos empreendimentos carece de aperfeiçoamento em seus processos produtivos, assim como, de uma adequação às formas de uso, ocupação e recuperação das jazidas após a exploração.
- O período de funcionamento médio das empresas ceramistas pesquisadas é de 22 anos, sendo que entre estas, a empresa mais nova e a mais antiga foram aquelas com 6 e 40 anos, respectivamente.
- As empresas empregam entre 12 e 37 funcionários com salários médios entre R\$1.250,00 e R\$3.750,00, não havendo uma relação estreita entre o tempo de funcionamento dos empreendimentos, o número de funcionários e o custo mensal com todos os recursos humanos.
- Os empreendimentos avaliados fabricam em média 3 tipos de tijolos diferentes, com uma produção mensal que supera as 500 mil unidades produzidas.
- A experiência no setor não mostrou nenhuma influência no número de tipos de tijolos fabricados ou na produtividade mensal dos empreendimentos.
- O custo mínimo mensal para a principal matéria-prima e a média dos valores reportados neste estudo foram de R\$ 3.000,00 e R\$ 6.988,24; respectivamente, o que mostra uma grande variabilidade e faixa de custos.

- Verificou-se que são utilizados 3 tipos de forno (Túnel, Hoffmann e Abóboda), sendo que 50% das empresas utiliza o forno tipo Túnel e esta escolha independe do tempo de produção da empresa. Contudo, as empresas menos produtivas utilizam fornos do tipo Túnel.
- Segundo o estudo, de modo geral, são os fornos do tipo Hoffmann que exigem dos empresários maiores despesas com sua manutenção preventiva, e estas podem atingir valores mensais de até R\$ 20.000,00.
- Constatou-se que 75% das empresas analisadas ainda utilizam a lenha como combustível e que esta opção independe do volume de produção e do tempo de funcionamento da empresa.
- Verificou-se que o volume médio de combustível (diesel) consumido mensalmente pelas empresas pesquisadas é superior aos 200.000 L.
- Conferiu-se que os custos totais não estão diretamente relacionados com o volume produtivo informado, mostrando-se um perfil de ineficiência neste setor regional.
- Entre as empresas pesquisadas, somente uma confirmou a utilização de energias alternativas. Entretanto, esta empresa com 23 anos de atuação no setor, não especificou que tipo de energia alternativa emprega.
- Somente 4 empresas entre as pesquisadas conhecem o briquete de biomassa (Capim Elefante), porém, nenhuma delas o utiliza e apenas três o utilizariam, caso fosse economicamente atrativo para o empreendimento.
- Verificando-se que a cultura da maioria dos proprietários e dos funcionários envolvidos no setor dificulta a predisposição à inovação.
- Entre as empresas predominam dois tipos de tratativa das cavas, sendo elas o desenvolvimento de pastagem (65%), o plantio específico de algumas mudas (15%) ou ambas tratativas simultaneamente (20%). Sendo que, a adequada tratativa das cavas exploradas além de minimizar os impactos ambientais decorrentes da extração de matérias-primas possibilitaria um aumento da sustentabilidade neste setor.
- Entre os principais pontos positivos destacam-se a qualidade da matéria-prima local, o elevado conhecimento adquirido sobre a matéria-prima, o produto e o setor, a maturidade da tecnologia, a qualidade do produto regional, a alta produtividade, o baixo custo, a alta demanda e a alta lucratividade.
- Foram sinalizados alguns pontos negativos entre os quais ressaltam-se a concorrência de novos materiais e produtos substitutos, a presença de empresas informais e sua concorrência, as crises econômicas e a instabilidade do mercado, a dependência da demanda do

setor da construção civil, os altos impostos, a inadimplência no mercado e a disponibilidade de mão de obra.

➤ Apenas 20% das empresas sinalizam boas expectativas e mais da metade (55%) destas reflete expectativas negativas para o setor nos próximos anos.

7 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL. BRASIL. **Resolução nº 5.232, de 14 de dezembro de 2016**. Regulamento Terrestre do Transporte de Produtos Perigosos, Brasília, 2016. Disponível em:

https://anttlegis.datalegis.inf.br/action/UrlPublicasAction.php?acao=abrirAtoPublico&sgl_tipo=RES&num_ato=00005232&seq_ato=000&vlr_ano=2016&sgl_orgao=DG/ANTT/MTPA&cod_modulo=161&cod_menu=5411. Acesso em: 03 out. 2018.

ALEXANDRE, J. **Análise de matéria-Prima e composições de massa utilizada em cerâmicas vermelhas**. 2000. 188 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2000.

ALEXANDRE, J.; AZEVEDO, A. R. G.; CASTRO, X. G.; PEDROTI, L. G.; VIEIRA, C. M. F.; MONTEIRO, S. N. Study of a clayey soil used in the fabrication of red ceramics in Campos dos Goytacazes. Brazil. **Materials Science Forum**, Switzerland, v. 798-799, p. 15-20, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.798-799.15>. Acesso em: 09 nov. 2018.

ALEXANDRE, J.; XAVIER, G. C.; ALVES, M. DA G. M.; RAMOS, I. DE S.; PAES, H. M. F. Study of alternatives to minimize environmental impact in clay exploration areas in Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Vértices**, Campos dos Goytacazes, v. 12, n. 2, p. 7-18, 2010. Disponível em: <http://essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/vertices/article/view/1809-2667.20100009/300>. Acesso em: 09 nov. 2018.

AREIAS, I. O. R.; VIEIRA, C. M. F.; MANHÃES, R. S. T.; INTORNE, A. C. Incorporação de lodo da estação de tratamento de esgoto (ETE) em cerâmica vermelha. **Cerâmica**, São Paulo, v. 63, n. 367, p. 343-349, 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-69132017000300343&lng=en&nrm=iso. Acesso em 09 mar. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA - ABCERAM. **Informações Técnicas – Processo de Fabricação**. Disponível em: <https://abceram.org.br/processo-de-fabricacao/>. Acesso em: 20 mar. 2019b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA - ABCERAM. **Cerâmica no Brasil – Considerações gerais**. Disponível em: <https://abceram.org.br/consideracoes-gerais/>. Acesso em: 20 mar. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Norma Brasileira Regulamentadora - NBR 15270-1. Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria**. Parte 2: Métodos de ensaios, 2017. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=382946>. Acesso em: 18 dez. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Norma Brasileira Regulamentadora - NBR 10004. Resíduos sólidos**. Classificação, 2004. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=936>. Acesso em: 28 jan. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Norma Brasileira Regulamentadora - NBR 15270-1. Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria**. Parte 1: Requisitos, 2017. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=382947>. Acesso em: 18 dez. 2018.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA - ANICER. **Cartilha ambiental: cerâmica vermelha**. 2015. Disponível em: https://anicer.com.br/Cartilha_Ambiental_Ceramica_Vermelha_%202014.pdf. Acesso em: 10 jan. 2018.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA - ANICER. **Setor**. 2018. Disponível em: <http://anicer.com.br/setor/>. Acesso em: 09 out. 2018.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA - ANICER. **Setor**. 2019. Disponível em: <http://anicer.com.br/setor/>. Acesso em: 20 jan. 2019.

AYRES, M. A. C. O reaproveitamento dos resíduos sólidos na produção de cerâmica como fator de redução de custos. **Revista Humanidades e Inovação**, Palmas, Tocantins, v. 5, n. 11, p. 326-334, 2018.

BACELLI, J. G. **Avaliação do processo industrial da cerâmica vermelha na região do Sériido - RN**. 2010. 200 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

BAPTISTA JÚNIOR, J. V.; ROMANEL, C. Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 27-37, 2013.

BARATA, J.; SILVA, F.; ALMEIDA, M. Ceramic Industry 4.0: Paths of revolution in traditional products. *In*: FERREIRA, L.; LOPES, N.; SILVA, J.; PUTNIK, G. D.; CRUZ-CUNHA, M. M.; ÁVILA, P. S. **Technological Developments in Industry 4.0 for Business Applications**. IGI Global, Hershey, PA, USA, 2019. p. 278-303.

BATTISTELLA, F.; PFÜLLER, E. E.; PORSCH, M. R. M. H.; SILVA, R. S.; PRADO, G. R. Licenciamento ambiental municipalizado: estudo de caso do departamento municipal de Maximiliano de Almeida/RS. **Revista de Agronomia e Medicina Veterinária do IDEAU (RAMVI)**, Getúlio Vargas, RS, v. 2, n. 4, p. 1-22, 2015.

BOEMO, R. V.; DENARDIN, E. S.; DE MEDEIROS, N. de C. L.; MEDEIROS, F. S. B.; PIVETA, M. N. O processo de logística reversa como prática de preservação do meio ambiente: o caso dos produtores agrícolas no distrito de Santa Flora/RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental (REGET)**, Santa Maria, v. 19, n. 3, p. 339-350, 2015.

BORTOLATTO, M. S. R. **Cerâmica vermelha no sul catarinense: da expansão à organização cooperativa**. 2018. 90 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Socioeconômico) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Socioeconômico, Criciúma, 2018.

BRAGA, W. A.; SANTOS, M. W. L. C.; SALES, J. C. Qualidade na indústria de cerâmica vermelha: Medidas e Alternativas para o Controle Dimensional. **Revista Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 21, n. 5-6, p. 40-43, 2016.

BRASIL. Casa Civil. Lei nº 12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos. Data da legislação. **Diário Oficial [da] União**. Poder Executivo, Brasília, DF, 02 ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 03 de out. 2018.

BRASIL. Lei nº 6938/1981 - Política Nacional do Meio Ambiente. Data da legislação: 31 de agosto de 1981. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 31, ago. 1981. Disponível em: <http://www.macaerj.gov.br/midia /conteudo/arquivos/1355209391.pdf>. Acesso em: 03 de out. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Manual de Impactos Ambientais. Orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas**. 297 p., 2019. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/manual_bnb.pdf. Acesso em: 20 mar. 2019.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia - MME. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. **Anuário Estatístico do Setor de Não-Metálicos**. 2018. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/36108/405154/Anu%C3%A1rio+Estat%C3%ADstico+do+Setor+de+N%C3%A3o+Met%C3%A1licos+-+2018+base+2017.pdf/5f795564-3c98-bfbd-cf63-d8b1afecd02f>. Acesso em: 18 abr. 2019.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT. **Polo cerâmico move a economia de Campos dos Goytacazes (RJ) e gera impactos socioambientais negativos**. 2017. Disponível em: <http://verbetes.cetem.gov.br/verbetes/ExibeVerbete.aspx?verid=215>. Acesso em: 18 nov. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Ministério do Meio Ambiente - PGRS-MMA**. 2015. Disponível em: http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80063/Plano%20de%20Gerenciamento/Plano%20de%20Gerenciamento%20do%20MMA_FINAL_PUBLICACAO.pdf. Acesso em: 18 dez. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>. Acesso em: 09 dez. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Agenda 21 Brasileira – Ações Prioritárias / Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional**. P. 167. 2002. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/acoesprio.pdf. Acesso em: 18 nov. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Logística Reversa**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-perigosos/logistica-reversa.html>. Acesso em: 12 fev. 2019.

CABRAL JUNIOR, M.; AZEVEDO, P. B. M. Potencial técnico e econômico do aproveitamento de resíduos da indústria de cerâmica vermelha. **Revista Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 29-38, 2017.

CABRAL JUNIOR, M.; AZEVEDO, P. B. M.; CUCHIERATO, G.; MOTTA, J. F. M. Estudo Estratégico da Cadeia Produtiva da Indústria Cerâmica no Estado de São Paulo: Parte I – Introdução e a Indústria de Cerâmica Vermelha. **Revista Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 20-34, 2019.

CABRAL JUNIOR, M.; MOTTA, J. F. M.; ALMEIDA, A. dos S.; TANNO, L. C. RMIs: Argila para Cerâmica Vermelha. In: Luz, A. B. da; Lins, F. A. **Rochas e Minerais Industriais no Brasil: usos e especificações**. 2.ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2008. p. 747-770.

CANDIDO, V. S.; PINHEIRO, R. M.; MONTEIRO, S. N.; VIEIRA, C. M. F. Desenvolvimento de adoquim cerâmico com argilas caulínicas, chamote e argilito. **Revista Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 59, p. 310-316, 2013.

CARASEK, H. Patologia das Argamassas de Revestimento. **Materiais de construção e princípios de ciência e engenharia de materiais**, São Paulo, v. 1, p. 1-11, 2007.

CIPRIANO, P. B.; DE REZENDE, R. T. O.; FERRAZ, A. DE V. Produção de cerâmica vermelha utilizando argila da mineração de gipsita e resíduo de gesso. **Acta Brasiliensis**, Paraíba, v. 3, n. 1, p. 25-29, 2019.

COELHO, J. M. **Projeto de assistência técnica ao setor de energia: perfil de argilas para cerâmica vermelha**. Relatório Técnico 32, Contrato nº 48000.003155/2007-17: Desenvolvimento de estudos para elaboração do plano duodecenal (2010 - 2030) de geologia, mineração e transformação mineral. Ministério de Minas e Energia - MME. Secretaria de geologia, mineração e transformação mineral - SGM. Brasília, 2009. Disponível em: http://www.mme.gov.br/documents/36108/448620/P23_RT32_Perfil_da_Argila+%281%29.pdf/66e440a8-195e-0e2f-3922-e2d038af7537?version=1.0. Acesso em: 08 mar. 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. **Mapa estratégico da indústria 2018 - 2022**. Brasília, 2018. 209 p. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/mapa-estrategico-da-industria/>. Acesso em: 08 mar. 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. **Oportunidades de eficiência energética para a indústria: uma visão institucional: sumário executivo**. Brasília, 2010. 58 p. Disponível em: https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/c9/3b/c93b31f3-e542-44bc-83eb-cafc8095fe48/20121127134708892924i.pdf. Acesso em: 21 abr. 2019.

CONSELHO DE LOGÍSTICA REVERSA DO BRASIL. **Logística reversa**. 2017. Disponível em: <http://www.clrb.com.br/site/clrb.asp>. Acesso em: 13 abr. 2019.

COUTINHO, N. C.; VIEIRA, C. M. F. Caracterização e Incorporação de cinza de resíduo sólido urbano em cerâmica vermelha. **Revista Cerâmica**, São Paulo, v. 62, p. 249-255, 2016.

DIAS, C. A. C. M. **Reciclagem de lama de alto forno em cerâmica**. 2011. 142 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência dos Materiais) - Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, 2011.

FAGUNDES, L. P. **Utilização de resíduo de cerâmica proveniente de olarias para estabilização de solo laterítico**. 2019. 71 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"- UNESP, São Paulo, 2019.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS - FEAM - Fundação Estadual de Meio Ambiente. **Guia técnico ambiental da indústria de cerâmica vermelha**. 2013. Disponível em: <http://www.sindicermg.com.br/estudante/GuiaAmbientalCeramicaVermelha.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2018.

FERREIRA, L. C. **Potencial da utilização de resíduos industriais na formulação de massa de cerâmica vermelha para a fabricação de blocos de vedação**. 2012. 76 f. Dissertação (Mestrado Urbano e Industrial) - Universidade Federal do Paraná com parceria da Universidade de Stuttgart e SENAI, Curitiba, Paraná, 2012.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Wood energy**. 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/forestry/energy/en/>. Acesso em: 17 maio 2018.

FRICKE, K.; PEREIRA, C.; CAMPOS, T. M. P. D.; LEITE, A.; FÖLSTER, A.-S.; BATALHA, R. M. P.; ARAÚJO, A. L. D.; RODRIGUES, L. A.; PATRÃO, M. F.; DONADELL, L. R. A.; DOMINGOS, A. C.; CAMPOS, C. B.; GIGLIOTTI, D. P.; GIMENEZ, G. D. C.; LEONE, R. D. S.; MACEDO, V. S. D. Caracterização inovadora de resíduos sólidos municipais. *In*: FRICKE, K.; PEREIRA, C.; LEITE, A.; BAGNATI, M. (Coords.). **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos: transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil**. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015. Versão atualizada em 2017. Disponível em: <http://grrsu.blogspot.com/2017/02/30.html>. Acesso em: 09 mar. 2019.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (Minas Gerais). **Plano de Ação para Adequação Ambiental e Energética das Indústrias de Cerâmica Vermelha do Estado de Minas Gerais**. 2012. Disponível em: <http://www.feam.br/noticias/1/1283-plano-de-acao-para-adequacao-ambiental-e-energetica-das-industrias-de-ceramica-vermelha-no-estado-de-minas-gerais>. Acesso em: 09 mar. 2019.

GAMA, A. J. A.; FIGUEIREDO, J. M. R.; CARTAXO, J. M.; GAMA, M. A.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. Influência das variáveis de processo do hidrociclone para tratamento de argilas esmectíticas. **Revista Cerâmica**, São Paulo, v. 63, p. 336-342, 2017.

GIODA, A. Características e procedência da lenha usada na cocção no Brasil. **Estudos Avançados (USP)**, São Paulo, v. 33, n. 95, 2019.

GRIGOLETTI, G. DE C. **Caracterização de impactos ambientais de indústrias de cerâmica vermelha do estado do Rio Grande do Sul**. 2001, 168 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

GUIMARÃES, A. A.; NASCIMENTO, D. C. O.; SHIMODA, E. Logística Reversa: Uma análise bibliométrica sobre a produtividade acadêmica no Brasil. *In: ENCONTRO INTERESTADUAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 1., 2015, São João da Barra. **Anais [...]** São João da Barra, 2015. p. 1 - 11.

HAMIDI, S.; MARANDI, S. M. Clay concrete and effect of clay minerals types on stabilized soft clay soils by epoxy resin, **Applied Clay Science**, [s.l.], v. 151, p. 92-101, 2018.

HENRIQUES JR., M.; RODRIGUES, J. A. P. **Cerâmica Vermelha - Projeto EELA no Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Tecnologia - INT, 2017. 135p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Histórico de Campos dos Goytacazes**. 2018a. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/campos-dos-goytacazes/historico>. Acesso em: 02 abr. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indústria de São Paulo e de outros cinco estados têm queda em janeiro**. 2019. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/23996-industria-de-sao-paulo-e-de-outros-cinco-estados-tem-queda-em-janeiro>. Acesso em: 02 jan. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Programa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD) continua 2016-2017: características gerais dos domicílios** 2018b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/trabalho/17270-pnad-continua.html?edicao=20915&t=resultados>. Acesso em: 21 maio 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Industrial Anual: Produto**. 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5806>. Acesso em: 02 abr. 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Brasil. **Logística e transportes no Brasil: uma análise do programa de investimentos 2013-2017 em rodovias e ferrovias**. Relatório de Pesquisa. 2016. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7420/1/RP_Log%C3%ADstica_2016.pdf. Acesso em 10 jan. 2019.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (Rio de Janeiro). **Resolução INEA n° 53 de 27 de março de 2012**. Dispõe sobre a listagem com os novos critérios de determinação do porte e potencial poluidor de empreendimentos e atividades poluidoras ou utilizadores de recursos ambientais. Rio de Janeiro, 2012b. Disponível em: <http://www.macaerj.gov.br/midia/conteudo/arquivos/1354982492.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2018.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (Rio de Janeiro). **Deliberação n° 29 de 25 de setembro de 2014**. Procedimentos técnicos relacionados à outorga de títulos minerários do DNPM e ao licenciamento ambiental. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/.../inea0059848.pdf. Acesso em: 20 nov. 2018.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (Rio de Janeiro). **Resolução INEA n° 52 de 19 de março de 2012**. Dispõe sobre a listagem com os novos códigos de atividades. Rio de Janeiro, 2012a. Disponível em: <http://www.macaee.rj.gov.br/midia/conteudo/arquivos/1354959579.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2018.

KUASOSKI, M.; DOLIVEIRA, S. L. D.; SILVA, A. Q. Impactos socioambientais no processo de extração e transporte da argila em indústrias de cerâmica vermelha. p. 92-103. *In: SILVA, J. H. P. Sustentabilidade e responsabilidade social*. Belo Horizonte-MG: Poisson, 2017. 258 p. v. 3. Disponível em: <https://www.poisson.com.br/livros/sustentabilidade/volume3/Sustentabilidade%20vol3.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2017.

LAMEGO, A. R. **Geologia das quadrículas de Campos**. São Tomé, Lagoa Feia e Xexé. Rio de Janeiro: DNPM, 1955. 60 p.

LEITE, P. R. Desafios da Logística Reversa de pós-consumo no Brasil. **TecHoje**: uma revista de opinião, versão online, 2014. Disponível em: http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1943. Acesso em: 16 dez. 2017.

LEITE, P. R. Logística reversa e a regulamentação da política nacional de resíduos sólidos. **Revista Tecnológica**, versão online, 2011. Disponível em: <https://www.tecnologica.com.br/portal/artigos/34238/logistica-reversa-e-a-regulamentacao-da-politica-nacional-de-residuos-solidos/> Acesso em: 16 dez. 2017.

LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

LIMA, Y. R. D. **Sistema de controle de alimentação para fornos intermitentes em indústria de cerâmica vermelha**. 2018. 132 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão) - Área de Concentração em Sistemas Computacionais do Instituto Federal Fluminense - IFF, Campos dos Goytacazes, RJ, 2018.

LINHARES, A. M. A. Os arquivos do Museu Nacional e espetacularização do índio marajoara. **Revista Concinnitas**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 34, p. 165-195, 2018.

LOPES, G. D. A.; BRITO, J. O.; MOURA, L. F. D. Uso energético de resíduos madeiros na produção de cerâmicas no estado de São Paulo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 679-686, 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-50982016000200679&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 09 mar. 2019.

LOPES, G. de A.; BRITO, J. O.; DE MOURA, L. F. Uso energético de resíduos madeireiros na produção de cerâmicas no estado de São Paulo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 679-686, 2016.

MAGALHÃES, C. F. B. **Análise do processo produtivo dos tijolos cerâmicos na fábrica Nova São José de Itacoatiara/AM: um estudo de caso.** 2016. 50 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos da Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, 2016.

MARQUES, M. O. **Uma análise comparativa entre as técnicas utilizada pelo ceramista Rauniery Pinheiro em comparação a técnica de produção indígena.** 2017. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Arqueologia) - Universidade do Estado do Amazonas, Manacapuru, 2017.

MARTÍN, F. Processos produtivos em revestimentos cerâmicos: variáveis de processo e possíveis causas de defeitos. **Revista Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 9, n. 5-6, p. 7-20, 2004.

MARVILA, M. T. **Desenvolvimento de um aditivo para argamassas de múltiplo uso com uma composição argila-calcário.** 2018. 199 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2018.

MATOS, J. P. C.; DE ALENCAR, T. C. D S. B. D. Gerenciamento de resíduos sólidos e a aplicação da logística reversa no segmento da construção civil. Id online. **Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, Cariri, v. 13, n. 43, p. 784-807, 2019.

MELLO, A. H. D.; GAMA, M. F. F.; DE OLIVEIRA, G. F.; DA SILVA, J. C. Diagnóstico da degradação ambiental em áreas de extração de argila em Marabá – PA. **Revista Agroecossistemas**, Pará, v. 9, n. 1, p. 45-61, 2017.

MILARE, E. **Direito do ambiente.** 9. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2014.

MILLER, C. R.; SARDER, M. D. Public works policy implications of sustainable reverse logistics operations. **Public Works Management & Policy**, Margo, v. 17, p. 68-82, 2012.

MORAIS, D. M.; SPOSTO, R. M. Propriedades tecnológicas e mineralógicas das argilas e suas influências na qualidade de blocos cerâmicos de vedação que abastecem o mercado do Distrito Federal. **Revista Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 11, n. 5-6, p. 35-38, 2017.

MORINI, A. A.; OLIVEIRA, K. A.; PEREIRA, F. R.; HOTZA, D. Avaliação da potencialidade do uso de resíduos industriais por meio de ferramenta de seleção de materiais para projeto de produtos cerâmicos. **Revista Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 36-44, 2016.

MOURA, C. A. M. D.; DA SILVA, R. B.; REZENDE, G. B. de M.; JUNIOR, A. N. Caracterização de resíduos telha cerâmica vermelha de fontes distintas visando proposta coprocessamento como matéria-prima para clínquer Portland. **Scientia Cum Industria**, Caxias do Sul, v. 6, n. 3, p. 31-37, 2018.

NASSETTI, G. Como melhorar a eficiência energética na indústria de revestimentos cerâmicos. **Revista Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 7-12, 2010.

NETO, C. C. **A utilização dos sistemas de informação: um estudo de caso em indústrias cerâmicas em Carnaúba dos Dantas/RN**. 2018. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

NETO, M. L. Q.; MEDEIROS, M. K. S.; FLORÊNCIO, F. D. C.; JÚNIOR, PAULO, L. S. Geração de resíduo sólido proveniente da fabricação de cerâmica vermelha: caso de indústria cerâmica na região de Assú/RN. Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais - IBEAS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 7., 2016, Campina Grande. **Anais [...]** Campina Grande, 2016. p. 1-5.

NISHIYAMA, I.; BADALOTTI, I. **Estudo de viabilidade de aproveitamento de resíduos de cerâmica vermelha**: caso de uma olaria. 2015. 73 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2015.

NUNES, M. B. **Impactos ambientais na indústria da cerâmica vermelha**. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - Rede de Tecnologia e Inovação do Rio de Janeiro - REDETEC 17/2/2012, 2012. (Dossiê Técnico).

OLIVEIRA, E. F. D.; CAMPOS, E. DE S.; DE LIMA, V. S.; CAMPOS, V. G. **Logística reversa**: importância econômica, social e ambiental. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 8., 2017. **Anais [...]**. 2017. Disponível em: <http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/424/301>. Acesso em: 02 abr. 2019.

OLIVEIRA, F. E. M. D. **Acompanhamento da produção industrial em cerâmica da microrregião do Vale do Assu**: Estudo de Caso. 2011. 66 f. Monografia (Curso de Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Angicos, 2011.

OLIVEIRA, H. A.; SANTOS, C. P.; OLIVEIRA, R. M. P. B.; JESUS, E.; MACEDO, Z. S. Avaliação do potencial de argilas de Sergipe e Alagoas na produção de agregados para uso em concreto. **Revista Cerâmica**, São Paulo, v. 63, p. 318 - 328, 2017.

OLIVEIRA, P. H. M. D. **Influência da adição de resíduo cerâmico nas propriedades mecânicas do concreto**. 2014. 81 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Centro Universitário de Formiga, Formiga, 2014.

PAIVA FILHO, E.; AGOSTINHO, R.; JÚNIOR, J.; BEZERRA, F.; AQUINO, P. Cooperação internacional e desenvolvimento tecnológico: controle do processo de queima em fornos Hoffmann para cerâmica vermelha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2004, Brasília.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS DOS GOYTACAZES. **Perfil Campos 2018**. Disponível em: <https://www.campos.rj.gov.br/newdocs/1542233062PERFILCAMPOS2018.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2018.

- RAMIRO, S. V. dos S.; NOGUEIRA, I. Logística reversa no ambiente empresarial. *In: SIMPÓSIO DE TCC E SEMINÁRIO DE IC, 2.*, 2016, Brasília. **Anais [...]**. Brasília, 2016, p. 75-84.
- RAMOS, I. S.; ALVES, M.; ALEXANDRE, J. Diagnóstico do Polo Cerâmico de Campos dos Goytacazes - RJ. **Revista Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 28-32, 2006.
- RAMOS, I. S.; ALEXANDRE, J.; ALVES, M. G.; VOGEL, V.; GANTOS, M. A indústria cerâmica vermelha de Campos dos Goytacazes e a inclusão social das artesãs da baixada Campista por meio do projeto Caminhos de Barro. **Revista Cerâmica**, São Paulo, v. 54, n. 331, p. 280-286, 2008.
- REDE CAMPOS CERÂMICA. **Histórico**. Disponível em: <http://www.redecamposceramica.com.br>. Acesso em: 20 jan. 2019.
- ROCHA, A. F.; PALMA, M. A. M. Gestão da inovação e capacidade competitiva: uma análise não paramétrica no setor cerâmico de Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Cerâmica**, São Paulo, v. 58, n. 346, p. 244-252, 2012.
- ROCHA, S. M.; CASTRO, R. R. R.; LUSTOSA, K. B. Política Brasileira de Resíduos Sólidos: reflexões sobre a geração de resíduos e sua gestão no município de Palmas-TO. **Revista Esmat**, Palmas, v. 9, p. 29-47, 2017.
- SANTOS, E. C. O. B.; JÚNIOR, J. M. C. **Mitigação de impactos ambientais por meio do uso de materiais de construção ecológicos**. Estudo de caso: tijolos ecológicos comparados a tijolos cerâmicos. 2018. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Centro Universitário UniEvangélica, 2018.
- SANTOS, E. W. C. D. **Aquisição e utilização dos produtos gerados pela reciclagem de RCD: percepção de empresas construtoras em Natal/RN**. 2017. 16 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.
- SÃO PAULO. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Notícias. **Aplicação de cacos cerâmicos: estudo do IPT analisa formas de uso dos resíduos de cerâmica vermelha, visando reduzir passivos ambientais**. 2014. Disponível em: <http://www.ipt.br/noticia/780.htm>. Acesso em: 25 mar. 2019.
- SÃO PAULO. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Relatório Técnico N° 153900-205 de 17 de agosto de 2018, SEM - SSM**. Estudo estratégico da cadeia produtiva da indústria cerâmica no Estado de São Paulo - Fase 1. Relatório Final, 2018. 126 p. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53446151030>. Acesso em: 20 mar. 2019.
- SCHJONNING, P.; MCBRIDE, R. A.; KELLER, T.; OBOUR, P. B. **Predicting soil particle density from clay and soil organic matter contents**, Geoderma, v. 286, p. 83-87, 2017.
- SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE (SEMA). **Resolução n° 054/06, de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a definição de critérios para o Controle da Qualidade do Ar como um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para proteção da saúde e bem-estar da

população e melhoria da qualidade de vida. Curitiba: Secretaria do Estado do meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2006. Disponível em: <https://www.abic.com.br/wp-content/uploads/2018/04/Resolu%C3%A7%C3%A3o-n.-054-2006.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2019.

SILVA, D. A. D. **Diagnóstico ambiental para licenciamento ambiental da atividade de olaria e cerâmica**. 2017. 79 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Gestão Ambiental) - Instituto Três Rios da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

SILVA, D. H. D.; SILVA, J. F. T.; ALMEIDA, S.; DE LIMA, S. F. Tijolos, Normas técnicas e aplicação em alvenaria. **Revista ciências exatas e tecnológicas**, Londrina, v. 4, n. 2, p. 207-216, 2017.

SILVA, P. H. L. Melhora na gestão por meio de indicadores logísticos diretos e reversos: um estudo de caso. **Revista de Logística da Fatec**, Carapicuíba, n. 9, v. 2, p. 66-78, 2019.

SILVA, R. M. **Análise comparativa entre as propriedades mecânicas, termofísicas e geométricas de tijolos produzidos pelos fornos Caieira e Abóbada**. 2011. 77 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Materiais; Projetos Mecânicos; Termociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

SILVEIRA, A. R. D. **Logística reversa: a importância da logística reversa nas empresas do Brasil**. 2018. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) - Anhanguera Educacional, Pelotas - RS, 2018.

SOUZA, D. C.; ELER, D. C.; ARICA, J. Um estudo sobre impacto da mudança tecnológica no polo de cerâmica vermelha do Norte Fluminense. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 23., 2003, Ouro Preto. **Anais [...]** Ouro Preto, 2003.

SPARREMBERGER, T. L.; BUGS, J. C. Logística reversa e o reaproveitamento de subprodutos como alternativa de redução de custos e impactos ambientais na indústria cerâmica: um estudo de caso no município de Rolante/RS. **Revista de Administração de Empresas Eletrônica**, RAEE, n. 8, p. 153 - 176. 2018.

TUBINO, L. **Etapas do processo cerâmico e sua influência no produto final – Massa, Extrusão, Secagem e Queima**. 2006. 199 f. (Dossiê Técnico). Rio Grande do Sul: SENAI, 2006.

VALICHESKI, R. R.; MARCIANO, C. R.; POCIANO, N. J. Avaliação econômica da reutilização de áreas degradadas pela extração de argila em Campos dos Goytacazes - RJ. **Revista Ceres**, v. 56, n. 1, p. 1-8, 2009.

VAZ, L. **Educação Ambiental e Logística Reversa**. 2012. 90 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos-SP, 2012.

VIEIRA, C. M. F. **Caracterização das argilas de Campos dos Goytacazes visando à Fabricação de Revestimento Cerâmico Semi-Poroso**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2001.

VIEIRA, C. M. F.; PINHEIRO, R. M. Avaliação de argilas caulínicas de Campos dos Goytacazes utilizadas para fabricação de cerâmica vermelha. **Revista Cerâmica**, São Paulo, v. 57, p. 319-323, 2011.

WIECK, R.; DUAILIBI, J. Extrusão em cerâmica vermelha: princípios básicos, problemas e soluções. **Revista Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 16-23, 2013.

ZHOU, C. H.; ZHAO, L. Z.; WANG, A. Q.; CHEN, T. H. Current fundamental and applied research into clay minerals in China. **Applied Clay Science**, [s.l.], v. 119, p. 3-7, 2016.

APÊNDICE I
QUESTIONÁRIO EXPLORATÓRIO SOBRE SETOR CERAMISTA

| Informações Gerais |
|--|
| Nome da Empresa: _____ |
| Nome do representante / proprietário da empresa: _____ |
| Endereço: _____ |
| Telefone: _____ |
| Celular: _____ |
| Ano de fundação da Empresa: _____ |
| 1 - Aspectos Técnicos |
| Que tipos de cerâmica produz? Qual é a produção mensal em unidades? |
| Tijolo Grande <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Quantidade: _____ |
| Tijolo Pequeno <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Quantidade: _____ |
| Tijolo de Laje <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Quantidade: _____ |
| Telha <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Quantidade: _____ |
| Outro <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Quantidade: _____ |
| Tipo de forno: _____ |
| Maquinário utilizado na extração da argila: _____ |
| 2 - Aspectos Econômicos |
| Quantidade de funcionários na empresa: _____ |
| Custo mensal total com a mão de obra: _____ |
| Combustível utilizado: _____ |
| Quantidade mensal de combustível utilizada: _____ |
| Custo mensal do combustível utilizado: _____ |
| Consumo médio mensal de energia elétrica: _____ |
| Custo mensal com energia elétrica: _____ |
| Quantidade mensal de argila utilizada: _____ |
| Custo mensal total com a argila utilizada: _____ |
| Custo mensal de manutenção do forno: _____ |
| 3 - Aspectos Ambientais |

Utiliza energia alternativa () Sim () Não Qual: _____

Conhece o briquete de Capim Elefante () Sim () Não

Utilizou o briquete de Capim Elefante () Sim () Não

Utilizaria o briquete de Capim Elefante () Sim () Não

Por quê? _____

Tratativa das cavas após a extração da argila: _____

4 - Outros Aspectos

Fatores positivos que impactam diretamente sua empresa: _____

Fatores negativos que impactam diretamente sua empresa: _____

Expectativas para o setor ceramista para os próximos anos:

Muito boa ()

Boa ()

Regular ()

Ruim ()

Muito ruim ()

ANEXO I

LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010.

TÍTULO I: DISPOSIÇÕES GERAIS

CAPÍTULO I: DO OBJETO E DO CAMPO DE APLICAÇÃO

Art. 1º. Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

§ 1º. Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

§ 2º. Esta Lei não se aplica aos rejeitos radioativos, que são regulados por legislação específica.

Art. 2º. Aplicam-se aos resíduos sólidos, além do disposto nesta Lei, nas Leis nos 11.445, de 5 de janeiro de 2007, 9.974, de 6 de junho de 2000, e 9.966, de 28 de abril de 2000, as normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa) e do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro).

CAPÍTULO II: DEFINIÇÕES

Art. 3º. Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

I - acordo setorial: ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto;

II - área contaminada: local onde há contaminação causada pela disposição, regular ou irregular, de quaisquer substâncias ou resíduos;

III - área órfã contaminada: área contaminada cujos responsáveis pela disposição não sejam identificáveis ou individualizáveis;

IV - ciclo de vida do produto: série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final;

V - coleta seletiva: coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição;

VI - controle social: conjunto de mecanismos e procedimentos que garantam à sociedade informações e participação nos processos de formulação, implementação e avaliação das políticas públicas relacionadas aos resíduos sólidos;

VII - destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

VIII - disposição final ambientalmente adequada: distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

IX - geradores de resíduos sólidos: pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que geram resíduos sólidos por meio de suas atividades, nelas incluído o consumo;

X - gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei;

XI - gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável;

XII - logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada;

XIII - padrões sustentáveis de produção e consumo: produção e consumo de bens e serviços de forma a atender as necessidades das atuais gerações e permitir melhores condições de vida, sem comprometer a qualidade ambiental e o atendimento das necessidades das gerações futuras;

XIV - reciclagem: processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa;

XV - rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada;

XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível;

XVII - responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos: conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei;

XVIII - reutilização: processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa;

XIX - serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades previstas no Art. 7º da Lei nº 11.445, de 2007.

TÍTULO II: DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

CAPÍTULO I: DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 4º. A Política Nacional de Resíduos Sólidos reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos.

Art. 5º. A Política Nacional de Resíduos Sólidos integra a Política Nacional do Meio Ambiente e articula-se com a Política Nacional de Educação Ambiental, regulada pela Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, com a Política Federal de Saneamento Básico, regulada pela Lei nº 11.445, de 2007, e com a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005.

CAPÍTULO II: DOS PRINCÍPIOS E OBJETIVOS

Art. 6º. São princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos:

I - a prevenção e a precaução;

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

III - a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública;

IV - o desenvolvimento sustentável;

V - a ecoeficiência, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta;

VI - a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade;

VII - a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

VIII - o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania;

IX - o respeito às diversidades locais e regionais;

X - o direito da sociedade à informação e ao controle social;

XI - a razoabilidade e a proporcionalidade.

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

I - proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;

II - não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;

III - estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;

IV - adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;

V - redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos;

VI - incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados;

VII - gestão integrada de resíduos sólidos;

VIII - articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos;

IX - capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos;

X - regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos

gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira, observada a Lei nº 11.445, de 2007;

XI - prioridade, nas aquisições e contratações governamentais, para:

a) produtos reciclados e recicláveis;

b) bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis;

XII - integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

XIII - estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto;

XIV - incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético;

XV - estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável.

CAPÍTULO III: DOS INSTRUMENTOS

Art. 8º. São instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, entre outros:

I - os planos de resíduos sólidos;

II - os inventários e o sistema declaratório anual de resíduos sólidos;

III - a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

IV - o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;

V - o monitoramento e a fiscalização ambiental, sanitária e agropecuária;

VI - a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos;

VII - a pesquisa científica e tecnológica;

VIII - a educação ambiental;

IX - os incentivos fiscais, financeiros e creditícios;

X - o Fundo Nacional do Meio Ambiente e o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico;

XI - o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir);

XII - o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (Sinisa);

- XIII - os conselhos de meio ambiente e, no que couber, os de saúde;
- XIV - os órgãos colegiados municipais destinados ao controle social dos serviços de resíduos sólidos urbanos;
- XV - o Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos;
- XVI - os acordos setoriais;
- XVII - no que couber, os instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente, entre eles: a) os padrões de qualidade ambiental;
- b) o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais;
- c) o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental;
- d) a avaliação de impactos ambientais;
- e) o Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (Sinima);
- f) o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;
- XVIII - os termos de compromisso e os termos de ajustamento de conduta; XIX - o incentivo à adoção de consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes federados, com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos.

TÍTULO III: DAS DIRETRIZES APLICÁVEIS AOS RESÍDUOS SÓLIDOS

CAPÍTULO I: DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Art. 9º. Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

§ 1º. Poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental.

§ 2º. A Política Nacional de Resíduos Sólidos e as Políticas de Resíduos Sólidos dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios serão compatíveis com o disposto no caput e no § 1º deste artigo e com as demais diretrizes estabelecidas nesta Lei.

Art. 10. Incumbe ao Distrito Federal e aos Municípios a gestão integrada dos resíduos sólidos gerados nos respectivos territórios, sem prejuízo das competências de controle e fiscalização dos órgãos federais e estaduais do Sisnama, do SNVS e do Suasa, bem como da

responsabilidade do gerador pelo gerenciamento de resíduos, consoante o estabelecido nesta Lei.

Art. 11. Observadas as diretrizes e demais determinações estabelecidas nesta Lei e em seu regulamento, incumbe aos Estados:

I - promover a integração da organização, do planejamento e da execução das funções públicas de interesse comum relacionadas à gestão dos resíduos sólidos nas regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, nos termos da lei complementar estadual prevista no § 3º do Art. 25 da Constituição Federal;

II - controlar e fiscalizar as atividades dos geradores sujeitas a licenciamento ambiental pelo órgão estadual do Sisnama.

Parágrafo único. A atuação do Estado na forma do caput deve apoiar e priorizar as iniciativas do Município de soluções consorciadas ou compartilhadas entre 2 (dois) ou mais Municípios.

Art. 12. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios organizarão e manterão, de forma conjunta, o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir), articulado com o Sinisa e o Sinima.

Parágrafo único. Incumbe aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios fornecer ao órgão federal responsável pela coordenação do Sinir todas as informações necessárias sobre os resíduos sob sua esfera de competência, na forma e na periodicidade estabelecidas em regulamento.

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

I - quanto à origem:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;

h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;

j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

II - quanto à periculosidade:

a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;

b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a”.

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

CAPÍTULO II: DOS PLANOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Seção I: Disposições Gerais

Art. 14. São planos de resíduos sólidos:

I - o Plano Nacional de Resíduos Sólidos;

II - os planos estaduais de resíduos sólidos;

III - os planos microrregionais de resíduos sólidos e os planos de resíduos sólidos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas;

IV - os planos intermunicipais de resíduos sólidos;

V - os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos;

VI - os planos de gerenciamento de resíduos sólidos.

Parágrafo único. É assegurada ampla publicidade ao conteúdo dos planos de resíduos sólidos, bem como controle social em sua formulação, implementação e operacionalização, observado o disposto na Lei nº 10.650, de 16 de abril de 2003, e no Art. 47 da Lei nº 11.445, de 2007.

Seção II: Do Plano Nacional de Resíduos Sólidos

Art. 15. A União elaborará, sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, com vigência por prazo indeterminado e horizonte de 20 (vinte) anos, a ser atualizado a cada 4 (quatro) anos, tendo como conteúdo mínimo:

I - diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos;

II - proposição de cenários, incluindo tendências internacionais e macroeconômicas;

III - metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;

IV - metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos;

V - metas para a eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;

VI - programas, projetos e ações para o atendimento das metas previstas;

VII - normas e condicionantes técnicas para o acesso a recursos da União, para a obtenção de seu aval ou para o acesso a recursos administrados, direta ou indiretamente, por entidade federal, quando destinados a ações e programas de interesse dos resíduos sólidos;

VIII - medidas para incentivar e viabilizar a gestão regionalizada dos resíduos sólidos;

IX - diretrizes para o planejamento e demais atividades de gestão de resíduos sólidos das regiões integradas de desenvolvimento instituídas por lei complementar, bem como para as áreas de especial interesse turístico;

X - normas e diretrizes para a disposição final de rejeitos e, quando couber, de resíduos;

XI - meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito nacional, de sua implementação e operacionalização, assegurado o controle social.

Parágrafo único. O Plano Nacional de Resíduos Sólidos será elaborado mediante processo de mobilização e participação social, incluindo a realização de audiências e consultas públicas.

Seção III: Dos Planos Estaduais de Resíduos Sólidos

Art. 16. A elaboração de plano estadual de resíduos sólidos, nos termos previstos por esta Lei, é condição para os Estados terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à gestão de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade.

§ 1º. Serão priorizados no acesso aos recursos da União referidos no caput os Estados que instituírem microrregiões, consoante o § 3º do Art. 25 da Constituição Federal, para integrar a

organização, o planejamento e a execução das ações a cargo de Municípios limítrofes na gestão dos resíduos sólidos.

§ 2º. Serão estabelecidas em regulamento normas complementares sobre o acesso aos recursos da União na forma deste artigo.

§ 3º. Respeitada a responsabilidade dos geradores nos termos desta Lei, as microrregiões instituídas conforme previsto no § 1º abrangem atividades de coleta seletiva, recuperação e reciclagem, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos, a gestão de resíduos de construção civil, de serviços de transporte, de serviços de saúde, agrossilvopastoris ou outros resíduos, de acordo com as peculiaridades microrregionais.

Art. 17. O plano estadual de resíduos sólidos será elaborado para vigência por prazo indeterminado, abrangendo todo o território do Estado, com horizonte de atuação de 20 (vinte) anos e revisões a cada 4 (quatro) anos, e tendo como conteúdo mínimo:

I - diagnóstico, incluída a identificação dos principais fluxos de resíduos no Estado e seus impactos socioeconômicos e ambientais;

II - proposição de cenários;

III - metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;

IV - metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos;

V - metas para a eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;

VI - programas, projetos e ações para o atendimento das metas previstas;

VII - normas e condicionantes técnicas para o acesso a recursos do Estado, para a obtenção de seu aval ou para o acesso de recursos administrados, direta ou indiretamente, por entidade estadual, quando destinados às ações e programas de interesse dos resíduos sólidos;

VIII - medidas para incentivar e viabilizar a gestão consorciada ou compartilhada dos resíduos sólidos;

IX - diretrizes para o planejamento e demais atividades de gestão de resíduos sólidos de regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões;

X - normas e diretrizes para a disposição final de rejeitos e, quando couber, de resíduos, respeitadas as disposições estabelecidas em âmbito nacional;

XI - previsão, em conformidade com os demais instrumentos de planejamento territorial, especialmente o zoneamento ecológico-econômico e o zoneamento costeiro, de:

a) zonas favoráveis para a localização de unidades de tratamento de resíduos sólidos ou de disposição final de rejeitos;

b) áreas degradadas em razão de disposição inadequada de resíduos sólidos ou rejeitos a serem objeto de recuperação ambiental;

XII - meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito estadual, de sua implementação e operacionalização, assegurado o controle social.

§ 1º. Além do plano estadual de resíduos sólidos, os Estados poderão elaborar planos microrregionais de resíduos sólidos, bem como planos específicos direcionados às regiões metropolitanas ou às aglomerações urbanas.

§ 2º. A elaboração e a implementação pelos Estados de planos microrregionais de resíduos sólidos, ou de planos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas, em consonância com o previsto no § 1º, dar-se-ão obrigatoriamente com a participação dos Municípios envolvidos e não excluem nem substituem qualquer das prerrogativas a cargo dos Municípios previstas por esta Lei.

§ 3º. Respeitada a responsabilidade dos geradores nos termos desta Lei, o plano microrregional de resíduos sólidos deve atender ao previsto para o plano estadual e estabelecer soluções integradas para a coleta seletiva, a recuperação e a reciclagem, o tratamento e a destinação final dos resíduos sólidos urbanos e, consideradas as peculiaridades microrregionais, outros tipos de resíduos.

Seção IV: Dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

Art. 18. A elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, nos termos previstos por esta Lei, é condição para o Distrito Federal e os Municípios terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade.

§ 1º. Serão priorizados no acesso aos recursos da União referidos no caput os Municípios que:

I - optarem por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, incluída a elaboração e implementação de plano intermunicipal, ou que se inserirem de forma voluntária nos planos microrregionais de resíduos sólidos referidos no § 1º do Art. 16;

II - implantarem a coleta seletiva com a participação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda.

§ 2º. Serão estabelecidas em regulamento normas complementares sobre o acesso aos recursos da União na forma deste artigo.

Art. 19. O plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos tem o seguinte conteúdo mínimo:

I - diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no respectivo território, contendo a origem, o volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final adotadas;

II - identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos, observado o plano diretor de que trata o § 1º do Art. 182 da Constituição Federal e o zoneamento ambiental, se houver;

III - identificação das possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros Municípios, considerando, nos critérios de economia de escala, a proximidade dos locais estabelecidos e as formas de prevenção dos riscos ambientais;

IV - identificação dos resíduos sólidos e dos geradores sujeitos a plano de gerenciamento específico nos termos do Art. 20 ou a sistema de logística reversa na forma do Art. 33, observadas as disposições desta Lei e de seu regulamento, bem como as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;

V - procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, incluída a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos e observada a Lei nº 11.445, de 2007;

VI - indicadores de desempenho operacional e ambiental dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;

VII - regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o Art. 20, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS e demais disposições pertinentes da legislação federal e estadual;

VIII - definição das responsabilidades quanto à sua implementação e operacionalização, incluídas as etapas do plano de gerenciamento de resíduos sólidos a que se refere o Art. 20 a cargo do poder público;

IX - programas e ações de capacitação técnica voltados para sua implementação e operacionalização;

X - programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos;

XI - programas e ações para a participação dos grupos interessados, em especial das cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda, se houver;

XII - mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos;

XIII - sistema de cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, bem como a forma de cobrança desses serviços, observada a Lei nº 11.445, de 2007;

XIV - metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;

XV - descrição das formas e dos limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa, respeitado o disposto no Art. 33, e de outras ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

XVI - meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito local, da implementação e operacionalização dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o Art. 20 e dos sistemas de logística reversa previstos no Art. 33;

XVII - ações preventivas e corretivas a serem praticadas, incluindo programa de monitoramento;

XVIII - identificação dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos, incluindo áreas contaminadas, e respectivas medidas saneadoras;

XIX - periodicidade de sua revisão, observado prioritariamente o período de vigência do plano plurianual municipal.

§ 1º. O plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos pode estar inserido no plano de saneamento básico previsto no Art. 19 da Lei nº 11.445, de 2007, respeitado o conteúdo mínimo previsto nos incisos do caput e observado o disposto no § 2º, todos deste artigo.

§ 2º. Para Municípios com menos de 20.000 (vinte mil) habitantes, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos terá conteúdo simplificado, na forma do regulamento.

§ 3º. O disposto no § 2º não se aplica a Municípios:

I - integrantes de áreas de especial interesse turístico;

II - inseridos na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional;

III - cujo território abranja, total ou parcialmente, Unidades de Conservação.

§ 4º. A existência de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos não exime o Município ou o Distrito Federal do licenciamento ambiental de aterros sanitários e de outras

infraestruturas e instalações operacionais integrantes do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos pelo órgão competente do Sisnama.

§ 5º. Na definição de responsabilidades na forma do inciso VIII do caput deste artigo, é vedado atribuir ao serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos a realização de etapas do gerenciamento dos resíduos a que se refere o Art. 20 em desacordo com a respectiva licença ambiental ou com normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e, se couber, do SNVS.

§ 6º. Além do disposto nos incisos I a XIX do caput deste artigo, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos contemplará ações específicas a serem desenvolvidas no âmbito dos órgãos da administração pública, com vistas à utilização racional dos recursos ambientais, ao combate a todas as formas de desperdício e à minimização da geração de resíduos sólidos.

§ 7º. O conteúdo do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos será disponibilizado para o Sinir, na forma do regulamento.

§ 8º. A inexistência do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos não pode ser utilizada para impedir a instalação ou a operação de empreendimentos ou atividades devidamente licenciados pelos órgãos competentes.

§ 9º. Nos termos do regulamento, o Município que optar por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, assegurado que o plano intermunicipal preencha os requisitos estabelecidos nos incisos I a XIX do caput deste artigo, pode ser dispensado da elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos.

Seção V: Do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Art. 20. Estão sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos:

I - os geradores de resíduos sólidos previstos nas alíneas “e”, “f”, “g” e “k” do inciso I do Art. 13;

II - os estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços que:

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

III - as empresas de construção civil, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama;

IV - os responsáveis pelos terminais e outras instalações referidas na alínea “j” do inciso I do Art. 13 e, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e, se couber, do SNVS, as empresas de transporte;

V - os responsáveis por atividades agrossilvopastoris, se exigido pelo órgão competente do Sisnama, do SNVS ou do Suasa.

Parágrafo único. Observado o disposto no Capítulo IV deste Título, serão estabelecidas por regulamento exigências específicas relativas ao plano de gerenciamento de resíduos perigosos.

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

I - descrição do empreendimento ou atividade;

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

III - observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa e, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos:

a) explicitação dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos;

b) definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos sólidos sob responsabilidade do gerador;

IV - identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores;

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

VI - metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, à reutilização e reciclagem;

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

VIII - medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos;

IX - periodicidade de sua revisão, observado, se couber, o prazo de vigência da respectiva licença de operação a cargo dos órgãos do Sisnama.

§ 1º. O plano de gerenciamento de resíduos sólidos atenderá ao disposto no plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos do respectivo Município, sem prejuízo das normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa.

§ 2º. A inexistência do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos não obsta a elaboração, a implementação ou a operacionalização do plano de gerenciamento de resíduos sólidos.

§ 3º. Serão estabelecidos em regulamento:

I - normas sobre a exigibilidade e o conteúdo do plano de gerenciamento de resíduos sólidos relativo à atuação de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;

II - critérios e procedimentos simplificados para apresentação dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos para microempresas e empresas de pequeno porte, assim consideradas as definidas nos incisos I e II do Art. 3º da Lei Complementar no 123, de 14 de dezembro de 2006, desde que as atividades por elas desenvolvidas não gerem resíduos perigosos.

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

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

§ 1º. Para a consecução do disposto no caput, sem prejuízo de outras exigências cabíveis por parte das autoridades, será implementado sistema declaratório com periodicidade, no mínimo, anual, na forma do regulamento.

§ 2º. As informações referidas no caput serão repassadas pelos órgãos públicos ao Sinir, na forma do regulamento.

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

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

§ 2º. No processo de licenciamento ambiental referido no § 1º a cargo de órgão federal ou estadual do Sisnama, será assegurada oitiva do órgão municipal competente, em especial quanto à disposição final ambientalmente adequada de rejeitos.

CAPÍTULO III: DAS RESPONSABILIDADES DOS GERADORES E DO PODER PÚBLICO

Seção I: Disposições Gerais

Art. 25. O poder público, o setor empresarial e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância da Política Nacional de Resíduos Sólidos e das diretrizes e demais determinações estabelecidas nesta Lei e em seu regulamento.

Art. 26. O titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos é responsável pela organização e prestação direta ou indireta desses serviços, observados o respectivo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, a Lei nº 11.445, de 2007, e as disposições desta Lei e seu regulamento.

Art. 27. As pessoas físicas ou jurídicas referidas no Art. 20 são responsáveis pela implementação e operacionalização integral do plano de gerenciamento de resíduos sólidos aprovado pelo órgão competente na forma do Art. 24.

§ 1º. A contratação de serviços de coleta, armazenamento, transporte, transbordo, tratamento ou destinação final de resíduos sólidos, ou de disposição final de rejeitos, não isenta as pessoas físicas ou jurídicas referidas no Art. 20 da responsabilidade por danos que vierem a ser provocados pelo gerenciamento inadequado dos respectivos resíduos ou rejeitos.

§ 2º. Nos casos abrangidos pelo Art. 20, as etapas sob responsabilidade do gerador que forem realizadas pelo poder público serão devidamente remuneradas pelas pessoas físicas ou jurídicas responsáveis, observado o disposto no § 5º do Art. 19.

Art. 28. O gerador de resíduos sólidos domiciliares tem cessada sua responsabilidade pelos resíduos com a disponibilização adequada para a coleta ou, nos casos abrangidos pelo Art. 33, com a devolução.

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

Parágrafo único. Os responsáveis pelo dano ressarcirão integralmente o poder público pelos gastos decorrentes das ações empreendidas na forma do caput.

Seção II: Da Responsabilidade Compartilhada

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

Parágrafo único. A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos tem por objetivo:

I - compatibilizar interesses entre os agentes econômicos e sociais e os processos de gestão empresarial e mercadológica com os de gestão ambiental, desenvolvendo estratégias sustentáveis;

II - promover o aproveitamento de resíduos sólidos, direcionando-os para a sua cadeia produtiva ou para outras cadeias produtivas;

III - reduzir a geração de resíduos sólidos, o desperdício de materiais, a poluição e os danos ambientais;

IV - incentivar a utilização de insumos de menor agressividade ao meio ambiente e de maior sustentabilidade;

V - estimular o desenvolvimento de mercado, a produção e o consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis;

VI - propiciar que as atividades produtivas alcancem eficiência e sustentabilidade;

VII - incentivar as boas práticas de responsabilidade socioambiental.

Art. 31. Sem prejuízo das obrigações estabelecidas no plano de gerenciamento de resíduos sólidos e com vistas a fortalecer a responsabilidade compartilhada e seus objetivos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes têm responsabilidade que abrange:

I - investimento no desenvolvimento, na fabricação e na colocação no mercado de produtos:

a) que sejam aptos, após o uso pelo consumidor, à reutilização, à reciclagem ou a outra forma de destinação ambientalmente adequada;

b) cuja fabricação e uso gerem a menor quantidade de resíduos sólidos possível;

II - divulgação de informações relativas às formas de evitar, reciclar e eliminar os resíduos sólidos associados a seus respectivos produtos;

III - recolhimento dos produtos e dos resíduos remanescentes após o uso, assim como sua subsequente destinação final ambientalmente adequada, no caso de produtos objeto de sistema de logística reversa na forma do Art. 33;

IV - compromisso de, quando firmados acordos ou termos de compromisso com o Município, participar das ações previstas no plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, no caso de produtos ainda não inclusos no sistema de logística reversa.

Art. 32. As embalagens devem ser fabricadas com materiais que propiciem a reutilização ou a reciclagem.

§ 1º. Cabe aos respectivos responsáveis assegurar que as embalagens sejam:

I - restritas em volume e peso às dimensões requeridas à proteção do conteúdo e à comercialização do produto;

II - projetadas de forma a serem reutilizadas de maneira tecnicamente viável e compatível com as exigências aplicáveis ao produto que contêm;

III - recicladas, se a reutilização não for possível.

§ 2º. O regulamento disporá sobre os casos em que, por razões de ordem técnica ou econômica, não seja viável a aplicação do disposto no caput.

§ 3º. É responsável pelo atendimento do disposto neste artigo todo aquele que:

I - manufatura embalagens ou fornece materiais para a fabricação de embalagens;

II - coloca em circulação embalagens, materiais para a fabricação de embalagens ou produtos embalados, em qualquer fase da cadeia de comércio.

Art. 33. São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de: (Regulamento)

I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;

II - pilhas e baterias;

III - pneus;

IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;

V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;

VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

§ 1º. Na forma do disposto em regulamento ou em acordos setoriais e termos de compromisso firmados entre o poder público e o setor empresarial, os sistemas previstos no caput serão estendidos a produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro, e aos demais produtos e embalagens, considerando, prioritariamente, o grau e a extensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados.

§ 2º. A definição dos produtos e embalagens a que se refere o § 1º considerará a viabilidade técnica e econômica da logística reversa, bem como o grau e a extensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados.

§ 3º. Sem prejuízo de exigências específicas fixadas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS, ou em acordos setoriais e termos de compromisso firmados entre o poder público e o setor empresarial, cabe aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes dos produtos a que se referem os incisos II, III, V e VI ou dos produtos e embalagens a que se referem os incisos I e IV do caput e o § 1º tomar todas as medidas necessárias para assegurar a implementação e operacionalização do sistema

de logística reversa sob seu encargo, consoante o estabelecido neste artigo, podendo, entre outras medidas:

I - implantar procedimentos de compra de produtos ou embalagens usados;

II - disponibilizar postos de entrega de resíduos reutilizáveis e recicláveis;

III - atuar em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, nos casos de que trata o § 1º.

§ 4º. Os consumidores deverão efetuar a devolução após o uso, aos comerciantes ou distribuidores, dos produtos e das embalagens a que se referem os incisos I a VI do caput, e de outros produtos ou embalagens objeto de logística reversa, na forma do § 1º.

§ 5º. Os comerciantes e distribuidores deverão efetuar a devolução aos fabricantes ou aos importadores dos produtos e embalagens reunidos ou devolvidos na forma dos §§ 3º e 4º.

§ 6º. Os fabricantes e os importadores darão destinação ambientalmente adequada aos produtos e às embalagens reunidos ou devolvidos, sendo o rejeito encaminhado para a disposição final ambientalmente adequada, na forma estabelecida pelo órgão competente do Sisnama e, se houver, pelo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos.

§ 7º. Se o titular do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, por acordo setorial ou termo de compromisso firmado com o setor empresarial, encarregar-se de atividades de responsabilidade dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes nos sistemas de logística reversa dos produtos e embalagens a que se refere este artigo, as ações do poder público serão devidamente remuneradas, na forma previamente acordada entre as partes.

§ 8º. Com exceção dos consumidores, todos os participantes dos sistemas de logística reversa manterão atualizadas e disponíveis ao órgão municipal competente e a outras autoridades informações completas sobre a realização das ações sob sua responsabilidade.

Art. 34. Os acordos setoriais ou termos de compromisso referidos no inciso IV do caput do Art. 31 e no § 1º do Art. 33 podem ter abrangência nacional, regional, estadual ou municipal.

§ 1º. Os acordos setoriais e termos de compromisso firmados em âmbito nacional têm prevalência sobre os firmados em âmbito regional ou estadual, e estes sobre os firmados em âmbito municipal. (Vide Decreto nº 9.177, de 2017)

§ 2º. Na aplicação de regras concorrentes consoante o § 1º, os acordos firmados com menor abrangência geográfica podem ampliar, mas não abrandar, as medidas de proteção ambiental constantes nos acordos setoriais e termos de compromisso firmados com maior abrangência geográfica. (Vide Decreto nº 9.177, de 2017)

Art. 35. Sempre que estabelecido sistema de coleta seletiva pelo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos e na aplicação do Art. 33, os consumidores são obrigados a:

- I - acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados;
- II - disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução.

Parágrafo único. O poder público municipal pode instituir incentivos econômicos aos consumidores que participam do sistema de coleta seletiva referido no caput, na forma de lei municipal.

Art. 36. No âmbito da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, cabe ao titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, observado, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos:

- I - adotar procedimentos para reaproveitar os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis oriundos dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;
- II - estabelecer sistema de coleta seletiva;
- III - articular com os agentes econômicos e sociais medidas para viabilizar o retorno ao ciclo produtivo dos resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis oriundos dos serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;
- IV - realizar as atividades definidas por acordo setorial ou termo de compromisso na forma do § 7º do Art. 33, mediante a devida remuneração pelo setor empresarial;
- V - implantar sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido;
- VI - dar disposição final ambientalmente adequada aos resíduos e rejeitos oriundos dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos.

§ 1º. Para o cumprimento do disposto nos incisos I a IV do caput, o titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos priorizará a organização e o funcionamento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda, bem como sua contratação.

§ 2º. A contratação prevista no § 1º é dispensável de licitação, nos termos do inciso XXVII do Art. 24 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993.

CAPÍTULO IV: DOS RESÍDUOS PERIGOSOS

Art. 37. A instalação e o funcionamento de empreendimento ou atividade que gere ou opere com resíduos perigosos somente podem ser autorizados ou licenciados pelas autoridades competentes se o responsável comprovar, no mínimo, capacidade técnica e econômica, além de condições para prover os cuidados necessários ao gerenciamento desses resíduos.

Art. 38. As pessoas jurídicas que operam com resíduos perigosos, em qualquer fase do seu gerenciamento, são obrigadas a se cadastrar no Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos.

§ 1º. O cadastro previsto no caput será coordenado pelo órgão federal competente do Sisnama e implantado de forma conjunta pelas autoridades federais, estaduais e municipais.

§ 2º. Para o cadastramento, as pessoas jurídicas referidas no caput necessitam contar com responsável técnico pelo gerenciamento dos resíduos perigosos, de seu próprio quadro de funcionários ou contratado, devidamente habilitado, cujos dados serão mantidos atualizados no cadastro.

§ 3º. O cadastro a que se refere o caput é parte integrante do Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais e do Sistema de Informações previsto no Art. 12.

Art. 39. As pessoas jurídicas referidas no Art. 38 são obrigadas a elaborar plano de gerenciamento de resíduos perigosos e submetê-lo ao órgão competente do Sisnama e, se couber, do SNVS, observado o conteúdo mínimo estabelecido no Art. 21 e demais exigências previstas em regulamento ou em normas técnicas.

§ 1º. O plano de gerenciamento de resíduos perigosos a que se refere o caput poderá estar inserido no plano de gerenciamento de resíduos a que se refere o Art. 20.

§ 2º. Cabe às pessoas jurídicas referidas no Art. 38:

I - manter registro atualizado e facilmente acessível de todos os procedimentos relacionados à implementação e à operacionalização do plano previsto no caput;

II - informar anualmente ao órgão competente do Sisnama e, se couber, do SNVS, sobre a quantidade, a natureza e a destinação temporária ou final dos resíduos sob sua responsabilidade;

III - adotar medidas destinadas a reduzir o volume e a periculosidade dos resíduos sob sua responsabilidade, bem como a aperfeiçoar seu gerenciamento;

IV - informar imediatamente aos órgãos competentes sobre a ocorrência de acidentes ou outros sinistros relacionados aos resíduos perigosos.

§ 3º. Sempre que solicitado pelos órgãos competentes do Sisnama e do SNVS, será assegurado acesso para inspeção das instalações e dos procedimentos relacionados à implementação e à operacionalização do plano de gerenciamento de resíduos perigosos.

§ 4º. No caso de controle a cargo de órgão federal ou estadual do Sisnama e do SNVS, as informações sobre o conteúdo, a implementação e a operacionalização do plano previsto no caput serão repassadas ao poder público municipal, na forma do regulamento.

Art. 40. No licenciamento ambiental de empreendimentos ou atividades que operem com resíduos perigosos, o órgão licenciador do Sisnama pode exigir a contratação de seguro de responsabilidade civil por danos causados ao meio ambiente ou à saúde pública, observadas as regras sobre cobertura e os limites máximos de contratação fixados em regulamento.

Parágrafo único. O disposto no caput considerará o porte da empresa, conforme regulamento.

Art. 41. Sem prejuízo das iniciativas de outras esferas governamentais, o Governo Federal deve estruturar e manter instrumentos e atividades voltados para promover a descontaminação de áreas órfãs.

Parágrafo único. Se, após descontaminação de sítio órfão realizada com recursos do Governo Federal ou de outro ente da Federação, forem identificados os responsáveis pela contaminação, estes ressarcirão integralmente o valor empregado ao poder público.

CAPÍTULO V: DOS INSTRUMENTOS ECONÔMICOS

Art. 42. O poder público poderá instituir medidas indutoras e linhas de financiamento para atender, prioritariamente, às iniciativas de:

- I - prevenção e redução da geração de resíduos sólidos no processo produtivo;
- II - desenvolvimento de produtos com menores impactos à saúde humana e à qualidade ambiental em seu ciclo de vida;
- III - implantação de infraestrutura física e aquisição de equipamentos para cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda;
- IV - desenvolvimento de projetos de gestão dos resíduos sólidos de caráter intermunicipal ou, nos termos do inciso I do caput do Art. 11, regional;
- V - estruturação de sistemas de coleta seletiva e de logística reversa;
- VI - descontaminação de áreas contaminadas, incluindo as áreas órfãs;
- VII - desenvolvimento de pesquisas voltadas para tecnologias limpas aplicáveis aos resíduos sólidos;
- VIII - desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos.

Art. 43. No fomento ou na concessão de incentivos creditícios destinados a atender diretrizes desta Lei, as instituições oficiais de crédito podem estabelecer critérios diferenciados de acesso dos beneficiários aos créditos do Sistema Financeiro Nacional para investimentos produtivos.

Art. 44. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, no âmbito de suas competências, poderão instituir normas com o objetivo de conceder incentivos fiscais,

financeiros ou creditícios, respeitadas as limitações da Lei Complementar no 101, de 4 de maio de 2000 (Lei de Responsabilidade Fiscal), a:

I - indústrias e entidades dedicadas à reutilização, ao tratamento e à reciclagem de resíduos sólidos produzidos no território nacional;

II - projetos relacionados à responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos, prioritariamente em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda;

III - empresas dedicadas à limpeza urbana e a atividades a ela relacionadas.

Art. 45. Os consórcios públicos constituídos, nos termos da Lei nº 11.107, de 2005, com o objetivo de viabilizar a descentralização e a prestação de serviços públicos que envolvam resíduos sólidos, têm prioridade na obtenção dos incentivos instituídos pelo Governo Federal.

Art. 46. O atendimento ao disposto neste Capítulo será efetivado em consonância com a Lei Complementar nº 101, de 2000 (Lei de Responsabilidade Fiscal), bem como com as diretrizes e objetivos do respectivo plano plurianual, as metas e as prioridades fixadas pelas leis de diretrizes orçamentárias e no limite das disponibilidades propiciadas pelas leis orçamentárias anuais.

CAPÍTULO VI: DAS PROIBIÇÕES

Art. 47. São proibidas as seguintes formas de destinação ou disposição final de resíduos sólidos ou rejeitos:

I - lançamento em praias, no mar ou em quaisquer corpos hídricos;

II - lançamento in natura a céu aberto, excetuados os resíduos de mineração;

III - queima a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para essa finalidade;

IV - outras formas vedadas pelo poder público.

§ 1º. Quando decretada emergência sanitária, a queima de resíduos a céu aberto pode ser realizada, desde que autorizada e acompanhada pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e, quando couber, do Suasa.

§ 2º. Assegurada a devida impermeabilização, as bacias de decantação de resíduos ou rejeitos industriais ou de mineração, devidamente licenciadas pelo órgão competente do Sisnama, não são consideradas corpos hídricos para efeitos do disposto no inciso I do caput.

Art. 48. São proibidas, nas áreas de disposição final de resíduos ou rejeitos, as seguintes atividades:

I - utilização dos rejeitos dispostos como alimentação;

II - catação, observado o disposto no inciso V do Art. 17;

III - criação de animais domésticos;

IV - fixação de habitações temporárias ou permanentes;

V - outras atividades vedadas pelo poder público.

Art. 49. É proibida a importação de resíduos sólidos perigosos e rejeitos, bem como de resíduos sólidos cujas características causem dano ao meio ambiente, à saúde pública e animal e à sanidade vegetal, ainda que para tratamento, reforma, reuso, reutilização ou recuperação.

TÍTULO IV: DISPOSIÇÕES TRANSITÓRIAS E FINAIS

Art. 50. A inexistência do regulamento previsto no § 3º do Art. 21 não obsta a atuação, nos termos desta Lei, das cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis.

Art. 51. Sem prejuízo da obrigação de, independentemente da existência de culpa, reparar os danos causados, a ação ou omissão das pessoas físicas ou jurídicas que importe inobservância aos preceitos desta Lei ou de seu regulamento sujeita os infratores às sanções previstas em lei, em especial às fixadas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que “dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências”, e em seu regulamento.

Art. 52. A observância do disposto no caput do Art. 23 e no § 2º do Art. 39 desta Lei é considerada obrigação de relevante interesse ambiental para efeitos do Art. 68 da Lei nº 9.605, de 1998, sem prejuízo da aplicação de outras sanções cabíveis nas esferas penal e administrativa.

Art. 53. O § 1º do Art. 56 da Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, passa a vigorar com a seguinte redação:

“Art. 56.

§ 1º Nas mesmas penas incorre quem:

I - abandona os produtos ou substâncias referidos no caput ou os utiliza em desacordo com as normas ambientais ou de segurança;

II - manipula, acondiciona, armazena, coleta, transporta, reutiliza, recicla ou dá destinação final a resíduos perigosos de forma diversa da estabelecida em lei ou regulamento.

Art. 54. A disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, observado o disposto no § 1º do Art. 9º, deverá ser implantada em até 4 (quatro) anos após a data de publicação desta Lei.

Art. 55. O disposto nos arts. 16 e 18 entra em vigor 2 (dois) anos após a data de publicação desta Lei.

Art. 56. A logística reversa relativa aos produtos de que tratam os incisos V e VI do caput do Art. 33 será implementada progressivamente segundo cronograma estabelecido em regulamento.

Art. 57. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Brasília, 2 de agosto de 2010; 189º da Independência e 122º da República.