



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**

**VALÉRIA DA SILVA NOGUEIRA**

**MANEJO AMBIENTAL NA EXTRAÇÃO DE ARGILAS EM UMA OLARIA NA  
CIDADE DE MONTEIRO-PB**

**MONTEIRO - PB  
2021**

**VALÉRIA DA SILVA NOGUEIRA**

**MANEJO AMBIENTAL NA EXTRAÇÃO DE ARGILAS EM UMA OLARIA NA  
CIDADE DE MONTEIRO-PB**

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, *Campus* Monteiro, como requisito para conclusão do curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Desenvolvimento e Meio Ambiente, para obtenção do título de Especialista em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador(a): Prof. Ma. Luana Leal Fernandes Araújo

**MONTEIRO – PB  
2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP  
Bibliotecária responsável Porcina Formiga dos Santos Salgado - CRB15/204  
IFPB, campus Monteiro.

N778m	<p>Nogueira, Valéria da Silva. Manejo ambiental na extração de argilas em uma olaria na cidade de Monteiro-PB / Valéria da Silva Nogueira – Monteiro-PB. 2021. 41fls. : il.</p> <p>Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Ms. Luana Leal Fernandes Araújo.</p> <p>Monografia (Curso Especialização em Desenvolvimento e Meio Ambiente ) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFPB Campus Monteiro.</p> <p>1. Argila – Material orgânico 2. Produtos cerâmicos - Fabricação 3. Meio Ambiente - Impacto - Município Monteiro I Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU 666.32</p>
-------	--

**VALÉRIA DA SILVA NOGUEIRA**

**MANEJO AMBIENTAL NA EXTRAÇÃO DE ARGILAS EM UMA OLARIA NA  
CIDADE DE MONTEIRO-PB**

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, *Campus* Monteiro, como requisito para conclusão do curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Desenvolvimento e Meio Ambiente, para obtenção do título de Especialista em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

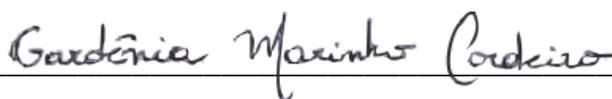
Aprovado em 15 de Julho de 2021.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Ma. Luana Leal Fernandes Araújo (Orientadora - IFPB)



---

Prof. Dra. Gardênia Marinho Cordeiro (Examinadora - IFPB)



---

Prof. MSc. Whelson Oliveira de Brito (Examinador - IFPB)

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>OBJETIVO GERAL</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>12</b>
<b>3.1</b>	<b>CERÂMICA VERMELHA</b> .....	<b>14</b>
<b>3.2</b>	<b>PROPRIEDADES GERAIS DAS ARGILAS E CLASSIFICAÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>3.3</b>	<b>PROCESSO PRODUTIVO CERÂMICO</b> .....	<b>19</b>
<b>3.4</b>	<b>RESÍDUOS SÓLIDOS</b> .....	<b>21</b>
<b>3.5</b>	<b>LICENCIAMENTO AMBIENTAL</b> .....	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>26</b>
<b>4.1</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO DO ESTUDO</b> .....	<b>26</b>
<b>4.2</b>	<b>ÁREA DE ESTUDO</b> .....	<b>26</b>
<b>4.3</b>	<b>UNIVERSO E AMOSTRA</b> .....	<b>26</b>
<b>4.4</b>	<b>COLETA E ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	<b>27</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>28</b>
<b>5.1</b>	<b>ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO DA OLARIA OBJETO DO ESTUDO</b> .....	<b>28</b>
<b>5.1.1</b>	<b>Extração da argila</b> .....	<b>28</b>
<b>5.1.2</b>	<b>Preparação da massa</b> .....	<b>28</b>
<b>5.1.3</b>	<b>Conformação</b> .....	<b>29</b>
<b>5.1.4</b>	<b>Secagem</b> .....	<b>29</b>
<b>5.1.5</b>	<b>Queima e resfriamento</b> .....	<b>30</b>
<b>5.1.6</b>	<b>Classificação</b> .....	<b>31</b>
<b>5.1.7</b>	<b>Comercialização</b> .....	<b>31</b>
<b>5.2</b>	<b>CONSUMO DE ARGILA</b> .....	<b>32</b>
<b>5.3</b>	<b>CONSUMO DE LENHA E ÁGUA</b> .....	<b>32</b>
<b>5.4</b>	<b>IMPACTOS NA EXTRAÇÃO</b> .....	<b>33</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>36</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>38</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processos básicos da indústria cerâmica.....	19
Figura 2 - Escavadeira e caçamba usadas na extração .....	28
Figura 3 - A argila armazenada no pátio (à esquerda) e mistura da argila na caixa alimentadora (à direita) .....	29
Figura 4 - Extrusora ou maromba (à esquerda) e o bocal para a formação da peça desejada (à direita).....	29
Figura 5 - Tijolos em processo de secagem natural em área coberta. ....	30
Figura 6 - Vista de frente dos fornos tipo Hoffmann (à esquerda) e a lenha próxima aos orifícios do topo das câmaras (à direita) .....	30
Figura 7 - Tijolos com defeitos chamados de “refugo” .....	31
Figura 8 - Tijolos prontos para comercialização .....	31
Figura 9 - Retirada da mata nativa (à esquerda) e assoreamento em um rio próximo à extração (à direita). ....	34
Figura 10 - Alteração na paisagem do local.....	34
Figura 11 - Resíduos gerados durante processo de produção .....	35

## RESUMO

Considerando os diversos insumos que são explorados no solo brasileiro, a argila se destaca por ser encontrada na natureza como mineral natural e por ser bastante extraída pelo setor de cerâmica vermelha para fabricação de produtos utilizados para diferentes fins dentro da construção civil, tais como os tijolos, telhas, agregados leves, lajes cerâmicas, entre outros. A cidade de Monteiro/PB se configura por ter solos ricos em material orgânico de composição variada, o que favorece a extração da argila: matéria-prima principal para a fabricação de produtos cerâmicos. O crescimento exagerado da exploração da argila tornou visível os impactos ambientais causados nas áreas das jazidas. Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo identificar os impactos ambientais desde a extração da argila até o processo de obtenção de produtos cerâmicos em uma olaria localizada na cidade de Monteiro-PB. Por meio da análise, foram identificados impactos ambientais no local onde se extrai a argila, dentre eles a destruição da mata nativa, a perda física e química do solo, poluição do ar, possível esgotamento do mineral, além da geração de resíduos nos processos de fabricação dos produtos cerâmicos na olaria, entre outros. Em vista disso, a extração de argilas, como qualquer forma de exploração de recursos naturais provoca impactos no meio ambiente, tanto durante a fase de exploração quanto na fase de geração de resíduos. O manejo inadequado da argila se dá por falta de um planejamento adequado, não conformação com as leis ambientais, como também a falta de uma fiscalização durante o período de exploração.

**Palavras-chave:** Argila. Impacto ambiental. Olaria.

## ABSTRACT

Considering the various inputs that are explored in Brazilian soil, clay stands out for being found in nature as a natural mineral and for being extensively extracted by the red ceramic sector to manufacture products used for different purposes within civil construction, such as bricks, tiles, light aggregates, ceramic slabs, among others. The city of Monteiro/PB is characterized by having soils rich in organic material of varied composition, which favors the extraction of clay: the main raw material for the manufacture of ceramic products. The exaggerated growth of clay exploration made the environmental impacts caused in the areas of the deposits visible. In this sense, this study aims to identify the environmental impacts from clay extraction to the process of obtaining ceramic products in a pottery located in the city of Monteiro/PB. Through the analysis, environmental impacts were identified in the place where the clay is extracted, including the destruction of native forest, the physical and chemical loss of the soil, air pollution, possible mineral depletion, in addition to the generation of waste in the processes of manufacture of ceramic products in pottery, among others. In view of this, the extraction of clays, like any form of exploitation of natural resources, causes impacts on the environment, both during the exploration phase and in the waste generation phase. Inappropriate clay management is due to lack of adequate planning, non-compliance with environmental laws, as well as lack of inspection during the exploration period.

**Key-words:** Clay. Environmental impact. Pottery.

## 1 INTRODUÇÃO

A extração de recursos naturais sempre fez parte da história. É comum o aumento da necessidade humana em adquirir recursos naturais em paralelo a seu possível esgotamento. A história brasileira sempre esteve ligada ao uso da exploração e, conseqüentemente, das descobertas dos recursos naturais. Portela (2005) relata que com o passar dos anos, a produção mineral no Brasil aumentou, enquanto há reservas em fase de exploração, muitas outras já descobertas estão em uso para o consumo dos insumos extraídos.

Com uma extensão geográfica de mais de 8,5 milhões de m<sup>2</sup>, o Brasil detém uma diversidade de recursos minerais, possuindo um dos maiores potenciais de exploração e, mais ainda, sendo um dos principais exportadores de minérios no mundo, de acordo com Portela (2005). Segundo Silva (2008), o Brasil, atualmente, se configura no cenário internacional ao lado de países que contêm grandes reservas minerais, tais como Canadá, Austrália, África do Sul e Estados Unidos. O mesmo autor ainda relata que nos últimos anos, a produção mineral do país tem crescido constantemente obtendo em 2005 o total de R\$85 bilhões, correspondendo em torno de 5% do Produto Interno Bruto (PIB), certificando o crescimento alcançado pelo setor mineral brasileiro.

Com base nas informações do Anuário Mineral Brasileiro (DNPM, 2010) os minerais podem ser determinados como substâncias químicas naturais, homogênea, derivado de processos inorgânicos, com composição química e propriedades físicas próprias e constantes. Os minerais se classificam como energéticos tais como o carvão e urânio; metálicos como o ferro, ouro e alumínio; e não metálicos como a argila, areia; entre outros.

Dentre os diversos insumos explorados no solo brasileiro, se destaca a argila, que é encontrada na natureza como mineral natural e é bastante extraída para utilização de vários fins, dentre eles, em cerâmica vermelha que é empregada na construção civil. Segundo Verduch (1995, *apud* VIEIRA, MONTEIRO E FH, 2005, p. 23) a argila é composta por argilominerais, além de alguns constituintes presentes nelas como, quartzo, feldspatos, carbonatos, matéria orgânica, entre outros. Estes componentes presentes na argila são os agentes responsáveis em conferir a plasticidade que as argilas possuem quando entram em contato com uma determinada quantidade de água.

Junior *et al* (2008) diz que o termo argila é empregado para denominar um material inorgânico natural, de granulometria fina, cujas partículas são de poucos micrômetros. De acordo com a perspectiva sedimentológica e granulométrica, uma parcela de argila é equivalente ao conjunto de partículas inferiores a 2  $\mu\text{m}$  ou 4  $\mu\text{m}$ , segundo as escalas de Attemberg e Wentworth, respectivamente.

Já Almeida (2014) refere a argila como um composto inorgânico, constituído por silicatos de alumínio, ferro, magnésio, sódio, potássio e cálcio. Para a identificação da fonte de extração da argila, são essenciais a verificação da presença e a intensidade destes compostos em sua composição.

As argilas são usadas na fabricação de materiais de construção civil, tais como os tijolos, telhas, agregados leves, lajes cerâmicas, entre outros. Segundo a ANICER - Associação Nacional da Indústria Cerâmica (2002, *apud* JÚNIOR, 2016, p. 01) desde 4.000 a.C., a argila é empregada nesse setor e o registro mais antigo que se tem de um tijolo foi encontrado nas escavações arqueológicas na cidade de Jericó, no Oriente Médio, datado do período Neolítico inicial.

No Brasil, há uma grande quantidade de jazidas de argilas, matéria-prima essencial para fabricação de insumos de cerâmica vermelha, cujo nome é dado ao setor responsável por utilizar a argila na composição dos produtos de uso na área da construção civil. Sendo assim, a indústria de cerâmica vermelha é considerada a principal fornecedora de produtos para uso desse setor, destacando-se em alvenarias, cobertura e saneamento.

Os tipos de argilas que são extraídas no Brasil são: argilas comuns, argilas refratárias e argilas plásticas. Os principais responsáveis pela extração dessa matéria-prima são: Indústrias de Cerâmica Vermelha (31,24%); Construção Civil (18,6%); Indústrias de pisos e revestimento (17,41%) e a indústria de cimento com (6,05%) (JÚNIOR, 2016).

A ANICER (2020) declara que o setor da cerâmica vermelha, está presente em todos os estados, representando 4,8% da indústria da Construção Civil e que gera mais de 400 mil postos de trabalhos diretos e 1,25 milhões indiretos. Como as reservas de argila para esse setor são imensas, a argila é encontrada com ótimas propriedades minerais, suportando temperaturas elevadas, superiores a 1000°C e adotando boas propriedades químicas e mecânicas.

Em relação à Paraíba, o estado abastece de matérias-primas necessárias, os setores de construção civil, cerâmica, cimenteira, entre outras, devido ao estado ser considerado com um bom potencial de minerais. Embora que o estado disponha de grandes depósitos de matérias primas consideráveis, os dados fornecidos ainda são insuficientes para a expansão de novos investimentos, devido à ausência de levantamentos básicos de geologia e de estudos aprofundados de caracterização tecnológica e de infraestrutura.

Grande parte das argilas, no estado, é proveniente das várzeas dos rios e açudes. Contudo, o estado contém bacias hidrográficas com características e particularidades geológicas diferentes, que oferece uma diversidade de argilas que são extraídas e empregadas em indústrias. Segundo Santos *et al* (2002), é no município de Alagoa Grande que se concentra 76,56% de reservas de argilas na Paraíba.

Em alguns municípios paraibanos, as argilas, dada a importância que têm em indústrias cerâmicas, são responsáveis pela economia local, na maioria das vezes, se destacando como fonte essencial de emprego. No estado há em torno de 60 unidades produtoras legalizadas, sendo que cinco delas fabricam telhas, que é um produto de maior valor agregado (SILVA E MACEDO, 2010).

Diante disso, é notória a forma como a humanidade, por interesse próprio, acaba se aproveitando do meio ambiente, por meio de formas produtivas. E o extrativismo mineral é uma delas, considerando a importância para o desenvolvimento econômico de uma determinada região e ao mesmo tempo os impactos causados à área de exploração que a prática oferece ao meio.

A indústria extrativista é considerada uma das mais importantes fontes de emprego e desenvolvimento, consistindo em uma ampla distribuição dos recursos minerais no território, abrangendo assim, mais de centenas de substâncias minerais. Portela (2005) revela que as minerações mais estruturadas, que produzem matéria-prima com qualidade e regularidade, em geral estão correlacionadas a empresas multinacionais ou até mesmo, são unidades autônomas ligadas à indústria de revestimento.

O manejo ambiental durante o processo de extração do produto natural (argila) é bastante considerado, sendo assim, houve a necessidade de poder avaliar

a maneira como ele é extraído da natureza, e conseqüentemente, avaliar os efeitos causados no ambiente, em virtude dessa prática, proporcionados por uma indústria de cerâmica vermelha.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Identificar os impactos ambientais desde a extração da argila até o processo de obtenção de produtos cerâmicos em uma olaria localizada na cidade de Monteiro-PB.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Apresentar as etapas do processo de fabricação de produtos cerâmicos;
- Identificar os impactos ambientais causados durante a extração da argila;
- Identificar os impactos causados pelos resíduos sólidos provenientes do processo de fabricação dos materiais cerâmicos.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

De acordo com Portela (2005), a área de todas as jazidas minerais em ativa no Brasil é de cerca de 12.000 km<sup>2</sup> (0,14% do território nacional), subdivididas em grupos de minerais metálicos, dos não-metálicos e dos energéticos.

Meyer (2000) relata que a atividade de extração mineral, em termos técnicos, também definida comumente como "mineração" integra as atividades de pesquisa, lavra e beneficiamento de minerais, se caracterizando pela existência de um plano de aproveitamento econômico de um corpo mineral conhecido. Sendo assim, a extração compreende três etapas, referindo-se à implantação, operação e desativação.

Em alguns casos, o extrativismo mineral planejado, mesmo ocasionando danos no local, consegue dispor do emprego de medidas de controle durante a execução. Quanto a isso, com o uso da aplicação de técnicas adequadas de extração, alguns fatores referentes aos danos podem ser reduzidos como também supervisionados. Conforme Portela (2005) algumas empresas que exploram a argila não se importam com a questão ambiental e nem com os danos que poderão causar, além do mais, ao encerrar a jazida, algumas empresas abandonam a área e/ou fazem do local de atividades relacionadas à piscicultura.

É através da prática de extração, que as olarias advêm a argila para a produção de seus insumos. Uma vez identificada a demanda desses produtos, se torna necessária a maior oferta deles no mercado consumidor, com alto valor agregado. Dessa forma, a indústria de cerâmica vem se tornando umas das áreas mais eficientes e inovadoras do mundo.

Como menciona Callister (2007, *apud* CALDAS, 2012, p. 04) o termo "cerâmica" deriva da palavra grega *keramikos*, que quer dizer "matéria-prima queimada", mostrando que as propriedades necessárias destes materiais são obtidas regularmente através de um processo de tratamento térmico a temperaturas elevadas conhecido como sinterização. O setor cerâmico é imenso e diversificado que se segmenta em função de condições como matérias-primas, propriedades e áreas de utilização. Desta forma a ABCERAM - Associação Brasileira de Cerâmica adota a seguinte classificação:

- **Cerâmica Vermelha:** abrange alguns materiais empregados na construção civil.
- **Materiais de Revestimento/Placas Cerâmicas:** São materiais utilizados como revestimentos de paredes, pisos, entre outros. São conhecidos como azulejo, pastilha, porcelanato, grés, lajota, etc.
- **Cerâmica Branca:** são elementos compostos por um corpo branco e geralmente revestidos por uma camada vítrea transparente e incolor. Neste grupo podemos citar as louças sanitárias e de mesa, cerâmica artística, isoladores elétricos e outros mais.
- **Materiais Refratários:** inclui diversos produtos que tem por função suportar altas temperaturas, esforços mecânicos, ataques químicos, variações bruscas de temperatura e outras solicitações. São classificados quanto à matéria-prima ou componentes químicos: sílica, sílico-aluminoso, mulita, grafita, carbono, dentre outros.
- **Isolantes Térmicos:** São caracterizados por sua alta resistência térmica como refratários isolantes, isolantes não refratários, fibras ou lãs cerâmicas.
- **Fritas e Corantes:** São matérias-primas empregadas no ramo de acabamentos, as fritas objetiva aprimorar a estética, tornar a peça impermeável, elevar a resistência mecânica e melhorar ou até proporcionar outras características e os corantes conferir colorações diversas e efeitos especiais nos corpos cerâmicos.
- **Abrasivos:** São materiais naturais ou sintéticos usados para desgastar, polir ou limpar outros materiais. Assim podemos citar o diamante, carbeto de silício e alumina.
- **Vidro, Cimento e Cal:** São três importantes segmentos cerâmicos e devido suas especificidades, muitas vezes são considerados à parte da cerâmica.
- **Cerâmica de Alta Tecnologia/Cerâmica Avançada:** São produtos utilizados nas áreas aeroespacial, eletrônica, nuclear e muitas outras. Neste campo os materiais utilizados são desenvolvidos a partir de matérias-primas sintéticas com alta pureza e por meio de processos rigorosamente controlados. Como exemplos temos as naves espaciais,

satélites, usinas nucleares, materiais para implantes em seres humanos, etc.

### 3.1 CERÂMICA VERMELHA

Cerâmica vermelha, também conhecida por cerâmica estrutural, compreende o ramo de produtos de minerais inorgânicos, não-metálicos, onde o principal elemento é a argila que é queimada entre 900°C e 1200°C, apresentando em sua maioria coloração avermelhada após a queima. Os principais produtos fabricados por esse setor são aqueles mais tradicionais empregados na construção civil, como tijolos, blocos de vedação ou estrutural, telhas, tubos, lajes, além de produtos para fins diversos como agregado leve (argila expandida), objetos ornamentais e utensílios domésticos.

A produção de cerâmica vermelha, em nosso país, iniciou-se nos estados de Pernambuco, da Bahia e de Santa Catarina. Desde 1500, aproximadamente, esses centros forneceram produtos (utensílios domésticos) às diversas regiões do país (MACEDO, 1997). Mas, esse setor foi impulsionado efetivamente a partir de meados da década de 1960, através da implementação de políticas públicas habitacionais mediante o Sistema Financeiro da Habitação e do Banco Nacional da Habitação. Com a demanda crescente de habitações e obras de infra-estrutura, conseqüentemente, houve aumento do consumo de peças cerâmicas. Com isso, as olarias que operavam de forma familiar e artesanal, tiveram que se ajustar às novas técnicas de produção, modernizando-as.

Segundo os dados fornecidos pela ANICER (2020), 90% das alvenarias e coberturas construídas no Brasil é representado por materiais cerâmicos, dos quais destacam-se os tijolos e as telhas, que têm bastante aplicabilidade na construção civil. O país conta com mais de 7.000 empresas de cerâmicas e olarias distribuídas amplamente por todo território nacional, em sua maioria de micro, pequeno e médio portes, operando em vários níveis tecnológicos, faturando anualmente na ordem de R\$ 18 bilhões, o qual apresenta uma parcela significativa na economia do país.

As argilas utilizadas na indústria de cerâmica vermelha ou, como também conhecidas na literatura técnica, argilas comuns (*common clays*) abrangem uma grande variedade de substâncias minerais de natureza argilosa (JUNIOR, *et al*

2008). As argilas apropriadas para produzir os materiais de cerâmica vermelha, geralmente, devem conter desagregação simples, possibilitando uma moldagem adequada; e possuir granulometria fina que juntamente com teor de matéria orgânica, conferem uma boa plasticidade e resistência mecânica o bastante para evitar deformações e poder fazer o manuseio devido das peças cruas.

Portela (2005), ainda declara que os problemas principais da indústria ceramista do Brasil são os da fase de mineração, como o uso impróprio dos recursos minerais; algumas mineradoras não garantem o abastecimento de matéria-prima homogênea; controle irregular das misturas de matéria-prima na jazida; lavra predatória; as jazidas um pouco distantes dos centros de produção e fretes elevados.

Caldas (2012) menciona que atualmente, a cerâmica vermelha é um dos setores da indústria cerâmica que vem empregando diversos resíduos em variados processos de fabricação de seus produtos, como uma alternativa viável de reduzir os impactos ao meio ambiente, como também reaproveitar como matéria-prima em substituição de outros materiais. Como exemplo, o mesmo autor cita o resíduo do vidro que pode ser empregado na fabricação dos produtos de cerâmica, visto que, esse setor permite uma ampla facilidade de agregar materiais alternativos, uma vez que, uma das propriedades das argilas que contribui com a inertização dos resíduos é a capacidade de troca de cátions.

Entretanto, para todo e qualquer processo que irá ser executado, existe a necessidade de haver conhecimento técnico para realizar tais ações. A indústria da cerâmica vermelha, tem que dispor de um correto gerenciamento ambiental, pois esse abrange etapas que se não bem executadas, podem causar grandes danos ao meio natural.

### **3.2 PROPRIEDADES GERAIS DAS ARGILAS E CLASSIFICAÇÃO**

A argila é um material proveniente da decomposição de rochas existentes na crosta terrestre como as rochas ígneas primárias, tais como granitos, feldspatos e pegmatitos, ocorrida durante milhões de anos. As argilas são formadas através da ação química da água, do óxido de carbono, dos ácidos húmicos e algumas vezes por gases de enxofre, flúor, auxiliados por temperaturas elevadas (PORTELA, 2005).

A argila contém um sistema variado de constituintes orgânicos e inorgânicos que diversifica de acordo com a jazida. Algumas das substâncias geralmente encontradas nas argilas são óxidos de diferentes metais como o silício ( $\text{SiO}_2$ ), alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), cálcio ( $\text{CaO}$ ), magnésio ( $\text{MgO}$ ), sódio ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) e potássio ( $\text{K}_2\text{O}$ ). Junior *et al* (2008) afirma que as argilas são formadas principalmente por argilominerais (filossilicatos) e que seus tipos mais comuns são compostos de folhas tetraédricas (T) de silício e octaédricas (O) de alumínio, tendo uma menor frequência, de magnésio e/ou ferro, consistindo assim, em unidades estruturadas na proporção 1:1 (TO) ou 2:1 (TOT). Nas estruturas 1:1 estão os grupos da caulinita, das serpentinas e dos argilominerais ferríferos; enquanto nas estruturas 2:1 estão o talco-pirofilita, as micas, as esmectitas, as vermiculitas, as cloritas e a paligorsquita (atapulgita) – sepiolita.

Geralmente, a maior parte das argilas empregadas na indústria cerâmica vem de fonte natural, ou seja, encontrada em depósitos espalhados pela crosta terrestre. As argilas *in natura* podem apresentar diferentes teores de umidade, sendo classificadas em Secas (umidade relativa de até 6%), Semissecas (7% a 10%), Semiúmidas (11% a 18%) e Úmidas (maior que 18%) (DANTAS NETO, 2007 *apud* SILVA, 2009, p.21). Além disso, a composição granulométrica, a profundidade da barreira e outros fatores acabam interferindo no resultado do produto final desejado. Diante disso, é fundamental que sejam feitos ensaios de granulometria e análise química, com o intuito de analisar se a matéria prima é apropriada ou não para o produto que se deseja adquirir. No entanto, são poucas empresas que prestam à realização desses ensaios, que na maioria das vezes, a escolha da argila se dá pela própria experiência do oleiro.

Para Correia Filho (1997), os depósitos das argilas apresentam um solo argiloso ou argilo-arenoso em torno de 30 cm de espessura, no qual é comum conter na parte superior material escuro, orgânico e bancos de areia, embora possam existir casos de intercalações. Com a falta de conhecimento, em parte, sobre a geologia dos depósitos de argila, a extração se torna um pouco complicada, devido ao fato de limitar-se apenas às faixas mais rasas do solo. Quando o solo apresenta uma camada de areia ou com pedaços maiores de grãos, ou até mesmo, dispor de pequena quantidade de matéria-prima, o minerador muitas vezes procura outras

áreas, e conseqüentemente, perde a chance de encontrar argilas de boa qualidade em camadas mais profundas nesse mesmo solo.

Além disso, por ser material muito heterogêneo, a argila se caracteriza pela sua formação geológica e pela localização da sua extração, sendo necessário uma ampla verificação da argila, bem como das suas propriedades, para assim poder determinar as condições necessárias para o completo processamento dos produtos com as suas particularidades finais desejadas. De acordo com Junior *et al* (2006) as minas de argila são constituídas de cavas pequenas, com tamanhos que variam desde centenas de metros quadrados até 1 a 2 hectares, cuja profundidade geralmente não ultrapassa 1,5 metros, mas, às vezes, pode atingir cortes de mais de 2,5 metros.

As argilas são classificadas em duas categorias, conforme sua origem geológica, como argilas primárias ou residuais e argilas secundárias ou sedimentares. A primária ocorre em lugares onde se desenvolve por intemperismo, ou seja, é formada no mesmo local da rocha mãe por meio da decomposição físico-química, tendo pouca interferência dos agentes externos, apresentando uma relação entre o modo de formação e o modo de ocorrência das argilas. Já a secundária, decorre do transporte do seu lugar original pela água ou outro meio, sendo depositada em áreas remotas, sofrendo assim influência dos agentes externos.

A composição do solo, rico em material orgânico diversificado, contribui para a extração da argila. No momento da extração da matéria-prima, o local em que a olaria extrai a matéria-prima é constituído de dois tipos de argila, uma do tipo forte e uma fraca, sendo necessário fazer uma mistura das duas argilas para que se obtenha as propriedades específicas para a produção dos produtos cerâmicos.

Para uma aplicação no meio industrial e tecnológica, são levadas em consideração as propriedades físico-químicas das argilas, nas quais, derivam de três fatores: o reduzido tamanho das partículas (inferior a 2 micrometros); a morfologia dos cristais (em lâminas) e as substituições isomórficas que ocorrem nesses minerais (BRANCO, 2014).

Conforme a forma de ocorrência e o uso, utilizadas em grande escala pelas indústrias de processamento químico, as argilas são classificadas em:

- **Comum** - É a argila mais abundante da natureza, utilizada na fabricação de produtos cerâmicos e ocorre em depósitos sedimentares.
- **Caulim** - Argila residual ou sedimentar de cor branca é constituída essencialmente de caulinita e possui baixa plasticidade. É utilizada na fabricação de massas para Porcelanas e dependendo de algumas características é utilizada também, juntamente com argilas plásticas, para a formação de massas de cerâmica branca.
- **Argilas de bola (Ball-Clay)** - Argila sedimentar muito plástica, de granulometria fina, com alto grau de contração na secagem e na queima. Contém coloração cinza a preta, se tornando branca a bege após a queima. É adicionada em massas cerâmicas para permitir maior plasticidade e tenacidade à massa.
- **Argila refratária** - São argilas sedimentares, empregadas em massas cerâmicas dando resistência em altas temperaturas, sendo bastante utilizadas na produção de revestimentos para fornos.
- **Argilas vermelhas** - São plásticas e possuem um alto teor de ferro. Derivadas de rochas vulcânicas existentes nos fundos submarinos, resistem a altas temperaturas.
- **Bentonite** - Argila residual proveniente das cinzas vulcânicas, possui granulometria muito fina, podendo aumentar seu volume entre 10 e 15 vezes quando entra em contato com a água.
- **Terra fuller** - Devido sua composição conter montmorilonítica e outros elementos essenciais, essa argila possui um alto poder absorvente de óleos, gorduras ou corantes.

As argilas possuem uma elevada área superficial, contendo ligações químicas não-saturadas, sendo bastante considerada para utilização de alguns produtos industriais, que permite interagir com diversas substâncias como por exemplo a cerâmica, cuja superfície específica necessita exatamente da interação sólido - líquido. A superfície específica de uma argila é definida como o somatório das áreas de superfícies externa e interna das partículas constituintes, por unidade de massa, expressa em  $m^2/g$  (MEIRA, 2001).

Em relação a sua plasticidade, Meira (2001), ainda relata que é uma propriedade que se apresenta na mudança de forma sem rotura de uma massa

resultante da argila com água. Esta, em quantidade apropriada, assume como lubrificante ajudando no deslizamento das partículas umas sobre as outras sempre que uma tensão superficial é imposta.

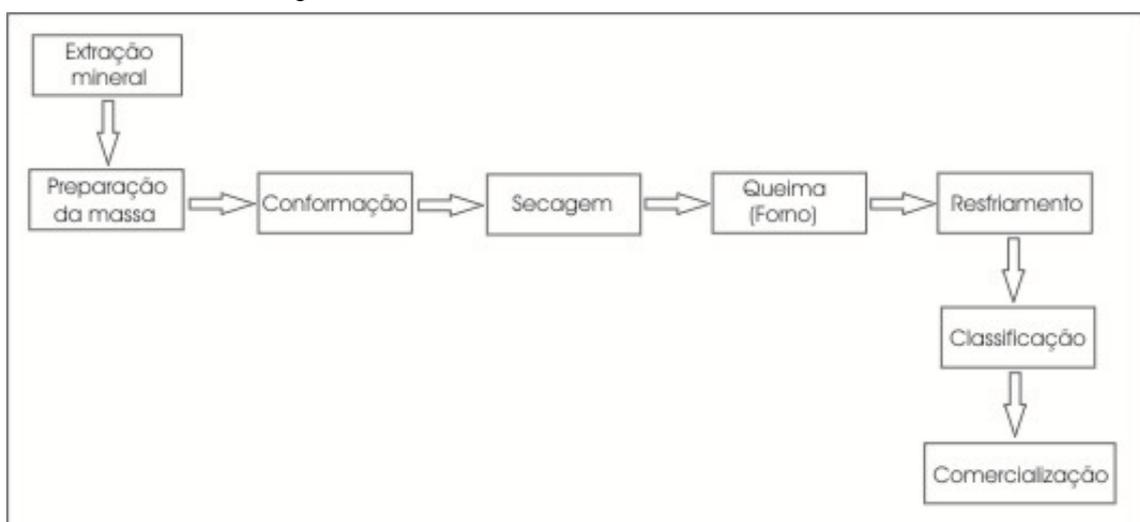
Os elementos essenciais que afetam a plasticidade são granulometria, mineralogia, formato dos cristais, como também sua carga elétrica e o estado de desfloculação da argila.

Sobre a retração e a porosidade, Cavalcanti *et al* (2013) relata que a primeira se dá por meio da variação de umidade, quanto maior a intensidade de retração, mais fissuras são presentes no material; enquanto que a segunda, tem-se uma relação entre o volume de vazios e o volume total, interferindo assim tanto na resistência mecânica, na densidade, condutibilidade térmica e na condutibilidade elétrica.

### 3.3 PROCESSO PRODUTIVO CERÂMICO

O processo produtivo representa uma sequência de atividades em que são processadas as matérias-primas essenciais para a fabricação dos produtos cerâmicos e esse processo é padrão a todas as indústrias, diferenciando apenas a tecnologia empregada. Na figura 1, é apresentado o esquema do processo produtivo de materiais cerâmicos produzidos.

Figura 1- Processos básicos da indústria cerâmica.



Fonte: Cavalcanti *et al* (2013)

O processo cerâmico se inicia com a preparação da argila a partir de sua chegada na olaria, a qual é colocada em um pátio para preparação da massa. Esse material é levado do pátio para uma caixa alimentadora onde é realizada a homogeneização, ou seja, a mistura das argilas já utilizadas pela empresa, que geralmente são formadas por dois tipos de material argiloso: um com maior teor de óxido de ferro, chamado de barro forte ou gordo; e o outro um material com menor teor de óxido ferroso, mas com maior teor de areia, chamado barro fraco ou magro. Em seguida, ocorre a desintegração da argila por meio da quebra manual dos grãos maiores e umidificação da massa para melhor plasticidade e manuseio.

O processo de conformação tem como objetivo fazer que a matéria-prima assumira uma determinada forma. Após a mistura das massas argilosas, o material é conduzido para uma extrusora, conhecida como maromba, onde é exercido uma pressão que faz a massa passar através de um bocal apropriado ao tipo de peça a ser produzida.

Após a peça ter adquirido o formato desejado, segue então para o sistema de secagem que é bastante importante na fabricação dos produtos cerâmicos. A secagem evita que as peças desenvolvam fissuras e deformações, acarretando uma baixa qualidade ou até perdas nos produtos. Bastos (2003) diz que existem dois tipos de secagem: a natural, onde as peças são deixadas ao ar livre ou em galpões cobertos; e a artificial, em que as peças são colocadas dentro de secadores, que recebem ventilação forçada, com ar quente auxiliando na extração da umidade.

Logo após a secagem, as peças são transportadas por meio de carrinhos até os fornos e lá são empilhadas para ter início o processo de queima. Esse processo tem por objetivo converter a peça conformada em um material cerâmico resistente e com as suas características essenciais requeridas. A peça é submetida a um tratamento térmico e sofre uma série de transformações físico-químicas, que alteram as suas propriedades mecânicas.

De modo geral, os fornos são classificados em dois tipos: intermitentes e contínuos. Os fornos intermitentes são particularmente para a queima de pequenos volumes de peças cerâmicas e que segundo Bastos (2003), é considerado o tipo de forno mais antigo. Esse processo de queima compreende em carregar o forno, queimar até a temperatura de maturação, resfriar, para então, retirar as peças. Na

indústria de cerâmica vermelha, o tempo de queima dura de 20 a 60 horas. Os fornos dos tipos abóboda, garrafão e paulistinha se enquadram nesta classificação e são os mais utilizados em empresas de pequeno e médio porte (BASTOS, 2003).

Já o forno contínuo além de ser mais econômico, é de operação simples, e o carregamento e descarregamento das peças são continuados, ou seja, sem interrupções. Ele suporta uma grande capacidade de produção, tem bom rendimento energético e é de fácil operação. Esse tipo de forno se classifica em dois tipos: Hoffmann e o Túnel.

O forno Hoffmann que é utilizado na olaria em estudo, é constituído de uma série de câmaras interconectadas lateralmente e aquecidas uma após outra. Isso permite que os gases de combustão da câmara que está queimando sejam direcionados à câmara vizinha, que será a próxima a ser queimada, e assim, pré-aquecer a carga seguinte, até chegar na temperatura máxima de queima permitida. Sendo assim, a queima do combustível funciona de câmara por câmara, de modo regular e a fumaça proveniente da queima passa pelos canais subterrâneos, que interligam os fornos e a chaminé, e que é aspirada por exaustores.

Logo depois da queima, as peças ao saírem do forno devem ser transportadas com cuidado, evitando batidas desnecessárias. Além disso, deve-se avaliar as peças pois algumas apresentam defeito, sem padronização e qualidade inferior, decorrentes da utilização de matéria prima inadequada, problemas com secagem e queima não uniforme (produtos de cores diferentes).

Sobre a comercialização, a mesma acontece tanto para dentro da cidade, como também, para as cidades circunvizinhas. A integridade das peças é de bastante responsabilidade no ato do transporte da olaria para o local de utilização. O transporte indevido pode acarretar, muitas vezes, que o produto chegue ao consumidor final com muitas quebras, com as arestas lascadas ou trincadas que, conseqüentemente, irá dificultar na sua utilização ou até mesmo perder suas características estéticas.

### **3.4 RESÍDUOS SÓLIDOS**

A Lei Federal nº 12.305/10 (Brasil, 2010) da Política Nacional de Resíduos Sólidos, considera resíduos sólidos como sendo substância, objeto ou bem descartado oriundo de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final se

encontra nos estados sólido ou semissólido, como também gases confinados em recipientes e líquidos, na qual tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água. A lei institui diretrizes para a adoção de uma gestão integrada e do gerenciamento ambiental devido dos resíduos sólidos no território nacional. Ela classifica os resíduos sólidos quanto à sua origem, como por exemplo, os resíduos industriais: os que são gerados nos processos produtivos e instalações industriais; e os resíduos de mineração: os que são gerados em atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios; entre outros tipos de resíduos que a lei aborda.

Os resíduos gerados pela olaria pesquisada, ocorrem geralmente nos processos de conformação, secagem e queima. Entretanto, nas etapas de conformação e secagem os resíduos ainda podem ser reutilizados, ou seja, com a massa ainda mole, ela é novamente preparada para em seguida prosseguir para a moldagem.

Os resíduos gerados durante o processo de produção dos materiais cerâmicos aumentam o impacto ambiental, que significa em um consumo de recursos naturais além do necessário. Além disso, as perdas dos produtos durante o processo ou após o produto pronto, são geralmente resultantes da ineficácia em algumas etapas do sistema produtivo adotado, podendo ser minimizada com uma adoção de métodos adequados para a realização.

O gerador desses resíduos, no caso a olaria, deve atribuir o acondicionamento, estocagem, transporte e destinação final dos resíduos em conformidade com as legislações ambientais cabíveis, como também prevenir e minimizar a geração deles.

### **3.5 LICENCIAMENTO AMBIENTAL**

O licenciamento é uma exigência legal derivada de um ato administrativo, em que um órgão ambiental institui condições e restrições de controle ambiental para localização, instalação e operação de uma empresa ou ações realizadas que poluam ou degradam o meio ambiente. O licenciamento é um dos meios que a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), usa para atuar com proteção ao meio ambiente. A Política Nacional do Meio Ambiente foi instituída pela Lei n.º 6.938/81

(BRASIL, 1981) e é nela que se encontra todos os fundamentos que estabelece a proteção ambiental em nosso país.

Logo após o processo de licenciamento juntamente com o órgão ambiental devido, a empresa ganha uma licença ambiental, que é um documento com prazo de validade estabelecido, em que o órgão licenciador afirma que aquela empresa está de acordo com as exigências legais. O documento também define condições de controle ambiental que devem ser seguidas pela empresa, em que o empresário assume um compromisso preservando a qualidade do meio ambiente em que está instalada a sua atividade. Entre as características principais que são avaliadas no processo do licenciamento, pode-se destacar o gerenciamento dos resíduos sólidos, a geração de efluentes líquidos, as emissões atmosféricas, os ruídos e o potencial de riscos de explosões e de incêndios.

As empresas que funcionam sem licença ambiental estão sujeitas a advertências, multas, paralizações, entre outros tipos de sanções administrativas. O não cumprimento do licenciamento é avaliado como um crime ambiental, cuja previsão de pena de detenção varia de seis meses a um ano ou aplicação de multa, de acordo com a lei de crimes ambientais, instituída em 1998.

Para a normatização e a regulamentação concedida pelos órgãos para a fiscalização da extração de minerais, há uma subdivisão em três níveis de poder estatal no Brasil: o Federal (podendo ser o IBAMA), o Estadual e o Municipal, onde as indústrias de cerâmica vermelha devem obter suas licenças, conforme é apresentado no quadro 1.

Quadro 1 - Órgãos para fiscalização da extração de minerais.

<b>IBAMA (Licenciamento Federal)</b>	Atividades de significativo impacto nacional ou regional.
<b>Órgão Estadual</b>	Atividades de impacto localizadas ou desenvolvidas em mais de um Município ou delegados pela União.
<b>Órgão Municipal</b>	Atividades de impacto ambiental local e que lhe forem delegadas pelo Estado.

Fonte: ANICER e SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) (2014)

Os recursos minerais, inclusive os do subsolo, são bens da União, portanto, argila é considerada uma substância mineral que faz parte do patrimônio mineral brasileiro. O § 2º do artigo 225 (Brasil, 1988) declara que: "Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei".

O Decreto nº 97.632 de 10 de abril de 1989 (Brasil, 1989) institui que todos os empreendimentos de extração mineral que operam no país, devem apresentar um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), em um prazo máximo de 180 dias, durante o processo de licenciamento ambiental.

Para regular a exploração e fiscalizar as atividades do mineral, foi instituído o Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM. Assim sendo, a licença ambiental para atividade de extração mineral de argila deve ser autorizada tanto pelo órgão ambiental como pelo DNPM. Conforme o código de Mineração, decretado pela Lei nº 9.406/18 (BRASIL, 2018), que diz que a mineração envolve a pesquisa, a lavra, o desenvolvimento da mina, o beneficiamento, a comercialização dos minérios, o aproveitamento de rejeitos e estéreis, bem como o fechamento da mina.

Devido ao crescimento gradativo da exploração dos recursos minerais, torna-se visível, conseqüentemente, o impacto ambiental. Conforme a Resolução nº 001 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1986), o impacto ambiental é considerado como alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente resultantes das explorações ou atividades humanas. Estas, afetam direta ou indiretamente, os setores da saúde, segurança, 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.

Esta Resolução também determina os fatores básicos para a implantação da avaliação de impactos ambientais (AIA), como também classifica as atividades que modificam o ambiente, necessitando da preparação de um estudo de impacto ambiental (EIA) e do relatório de impacto ambiental (RIMA).

Sendo assim, a empresa estará sujeita às penalidades impostas pela legislação ambiental por qualquer impacto ambiental negativo sofrido de alguma atividade, mesmo na vigência da licença ambiental ou após o encerramento das

atividades e ainda se responsabiliza por reparar quaisquer danos causados ao meio ambiente.

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 IDENTIFICAÇÃO DO ESTUDO**

A seguinte pesquisa consiste em um estudo de caso de método quantitativo-descritivo (MARCONI E LAKATOS, 2003). Essa análise foi realizada através de observação, registros fotográficos, análise e interpretação de um fenômeno real, considerando o contexto em que está inserido e as variáveis que o influenciam. Consistiu juntamente com levantamentos de dados secundários, fornecidos por meio de periódicos, livros, IBGE e outras fontes de entidades relacionadas.

### **4.2 ÁREA DE ESTUDO**

O campo de estudo foi realizado na cidade de Monteiro - Paraíba, que está situada a 319 quilômetros da capital João Pessoa e localiza-se na Microrregião do Cariri Ocidental Paraibano. Limita-se ao Norte com o município de Prata (PB); Oeste, com Sertânia, Iguaraci e Tuparetama (PE); ao Sul, com São Sebastião do Umbuzeiro e Zabelê (PB); e, ao Leste, com Camalaú e Sumé (PB). Se tornou município por meio da Lei nº 457, de 28 de Junho de 1872 e segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) do ano 2018 sua área territorial é de 986,356 km<sup>2</sup>, apresentando uma população de acordo com último censo de 2010 de 30.852 habitantes.

Dispondo de clima semiárido, paisagem típica na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja onde o município está incluído, a vegetação é basicamente composta por Caatinga Hiperxerófila com trechos de Floresta Caducifólia. Monteiro localiza-se sobre o planalto da Borborema a cerca de 580 metros de altitude também chamado de superfície elevada aplainada da Borborema (JÚNIOR, 2016).

### **4.3 UNIVERSO E AMOSTRA**

O estudo ocorreu em uma olaria localizada na cidade de Monteiro-PB. A empresa estudada, fabrica produtos que são utilizados no setor da construção civil, tais como: tijolos de 6 e 8 furos, tijolos para churrasqueira, telhas coloniais e lajotas,

sendo que, atualmente, ela está fabricando apenas tijolos de 6 e 8 furos. A olaria utiliza os recursos naturais do local como matéria-prima para a produção desses materiais que além de fornecer para o município, fornece também para as cidades vizinhas ou até para os estados do entorno. Em relação ao licenciamento ambiental devido, a empresa não possui e não contém nenhum relatório de impacto ambiental proposto.

#### **4.4 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS**

Os resultados obtidos por meio desse estudo foram através de registros fotográficos e informações coletadas pelo gerente da empresa estudada que se dispôs a participar do estudo. Os dados coletados compreenderam a extração da argila como o modo de como é adquirida e a quantidade que ela é retirada do meio ambiente para a produção dos produtos cerâmicos; a forma como ela é utilizada no processo de fabricação juntamente com alguns outros insumos que são essenciais para a produção dos produtos fornecidos pela empresa em questão; e apresentação da forma como ocorre o descarte final dos resíduos gerados durante e/ou depois do processo no ambiente. Logo, em função dessas informações e registros pode-se observar, identificar e analisar os impactos ambientais sucedidos do processo de produção.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO DA OLARIA OBJETO DO ESTUDO

#### 5.1.1 Extração da argila

Algumas empresas de cerâmica vermelha possuem suas próprias áreas de extração, enquanto outras a adquirem através de terceiros. A olaria do seguinte estudo, obtém a argila em áreas que não são próprias da empresa, ou seja, ela extrai a argila em áreas de terceiros, cujas jazidas são localizadas em regiões próximas a olaria. Esta, realiza a extração a céu aberto, com o emprego de uma máquina conhecida como “PC escavadeira” na qual é usada para retirar a argila do solo, como ilustrada na figura 2, e que logo após, a matéria-prima é transportada até a olaria por meio de caçambas.

Figura 2- Escavadeira e caçamba usadas na extração.



Fonte: Autor (2021)

#### 5.1.2. Preparação da massa

Depois de chegar no pátio e realizar a mistura das argilas na caixa alimentadora, é necessário obter a massa ideal. Para isso, é preciso fazer a seleção e separação da areia do material argiloso, como também realizar a dosagem adequada e verificar a plasticidade da argila. Na seguinte olaria, essas ações são desempenhadas por meio da prática visual e tátil baseado na experiência adotada pelo oleiro, para assim, obter as propriedades desejadas do produto final (Figura 3).

Figura 3 - A argila armazenada no pátio (à esquerda) e mistura da argila na caixa alimentadora (à direita).

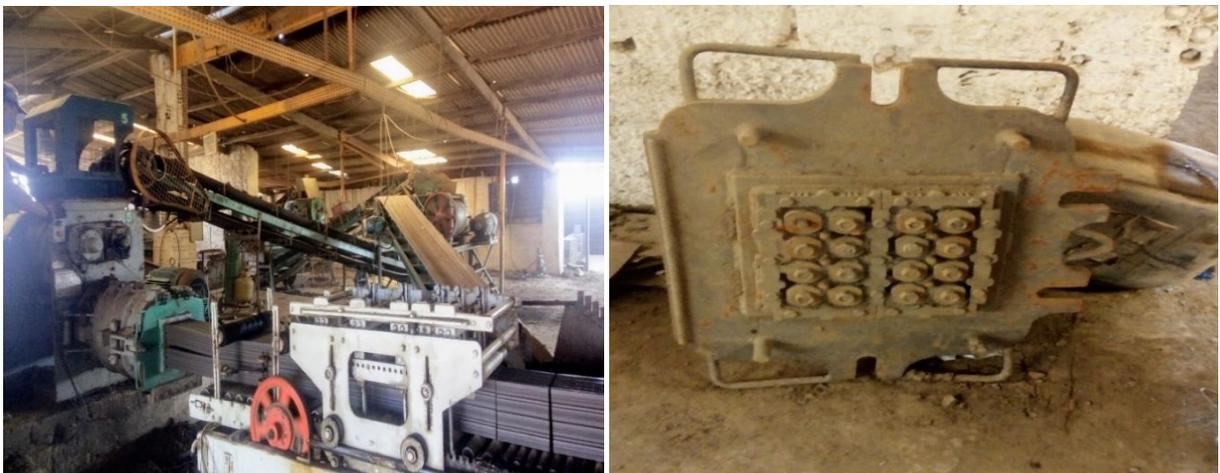


Fonte: Autor (2021)

### 5.1.3 Conformação

Para se obter o produto esperado, a massa atravessa uma coluna extrudada, contendo um bocal com seção transversal no formato e dimensões pretendidos, adquirindo assim, as peças desejadas pela olaria, conforme a figura 4.

Figura 4 - Extrusora ou maromba (à esquerda) e o bocal para a formação da peça desejada (à direita).



Fonte: Autor (2021)

### 5.1.4 Secagem

A secagem utilizada é a secagem natural dentro de um pátio coberto com ventilação natural, como mostra a figura 5, que leva em torno de 2 dias para a retirada total da umidade nas peças fabricadas. Esse tipo de secagem é a forma mais comum utilizada nas indústrias cerâmicas, mas é um processo que depende das condições atmosféricas, tendo um ciclo muito variável e que,

consequentemente, levará tempo elevado de secagem, dificultando assim, o controle durante o processo de produção.

Figura 5 - Tijolos em processo de secagem natural em área coberta.



Fonte: Autor (2021)

#### 5.1.5 Queima e resfriamento

A olaria possui dois fornos do tipo Hoffmann (Figura 6), medindo 80m de comprimento, cuja capacidade dos dois é cerca de 145.000 peças produzidas. As peças cerâmicas, são submetidas a temperaturas elevadas variando entre 700° C a 800° C; o tempo de queima é, em média, de 72 horas ininterruptas e são queimados em torno de 2.000 peças/hora. O combustível usado para a queima é a lenha que é colocada através de orifícios localizados no topo da câmara (Figura 6). Por fim, após a queima, as portas são abertas para que as peças resfriem a temperatura ambiente (que dura em média 24 horas) para posterior retirada, carregamento e expedição.

Figura 6 - Vista de frente dos fornos tipo Hoffmann (à esquerda) e a lenha próxima aos orifícios do topo das câmaras (à direita).



Fonte: Autor (2021)

### 5.1.6 Classificação

Em relação a classificação, é analisada a qualidade dos produtos que podem ser classificados em categorias como: de primeira, de segunda e de terceira; a partir da segunda categoria os produtos são popularmente conhecidos como “refugo” (Figura 7).

Figura 7 - Tijolos com defeitos chamados de “refugo”.



Fonte: Autor (2021)

### 5.1.7 Comercialização

Existem duas maneiras de enviar o produto: a granel, onde as peças seguem para o cliente soltas no caminhão sendo que seu carregamento e descarregamento é realizado de modo manual e é desse modo de envio que os produtos cerâmicos saem da olaria e chegam ao cliente, na cidade em questão; a outra maneira de enviar o produto seria através de pallets, onde é embalada uma certa quantidade de unidades, que são colocadas em cima do caminhão através de carrinhos transportadores ou mini-guindastes (muck) (BASTOS, 2003) (Figura 8).

Figura 8 - Tijolos prontos para comercialização.



Fonte: Autor (2021)

## **5.2 CONSUMO DE ARGILA**

Em relação a extração, a cerâmica retira em média 10 caçambas de argila em um dia, no entanto, não é todos os dias que se extrai a matéria-prima, podendo ser dia sim ou dia não, ou apenas uma ou duas vezes na semana, dependendo do processo produtivo e das condições climáticas. Considerando para o tijolo de 8 furos, essa quantidade de argila retirada é equivalente para produzir 50.000 a 60.000 desse mesmo produto em apenas um dia.

A empresa fabrica em média 900.000 tijolos de 8 furos no mês, enquanto os tijolos de 6 furos são fabricados 1.100.000 no mês. Essa quantidade é produzida em períodos de estiagem, que é típico da região, diminuindo o consumo em períodos de chuvas e/ou por causa das condições dos maquinários da empresa.

## **5.2 CONSUMO DE LENHA E ÁGUA**

No processo de fabricação de tijolos, além da argila, outros insumos são essenciais para o desenvolvimento da atividade, como a lenha e a água. A olaria adquire a lenha através de compras de terceiros, cujo consumo é de duas a três carradas de madeira por semana, significando que, para cada 70mil tijolos queimados por forno, é consumido em média duas carradas (equivalente a 60m<sup>3</sup> de lenha/carrada).

A lenha muitas vezes é obtida da mata nativa da região. O grande consumo da madeira como combustível para os fornos, tem seus prós e contras, porque de um lado é empregada como fonte renovável de energia, por outro lado, pode ocasionar danos ambientais, como a desertificação e desflorestamento, devido a retirada da mata no local, comprometendo também a fauna. Há danos também no ar, em virtude da queima da lenha que resulta na produção de cinzas, de óxidos de enxofre, de nitrogênio e de carbono (CO<sub>2</sub>), e agentes provocadores de chuva ácida e efeito estufa, que são liberados na atmosfera.

Em relação à utilização da água para o processo produtivo das peças cerâmicas, é retirada de barragem localizada próxima a cerâmica e transportada por meio de pipas, sendo necessários 4 caminhões pipas por dia para consumo das atividades na olaria.

### 5.3 IMPACTOS NA EXTRAÇÃO

Diante disso, as atividades realizadas em olarias causam impactos ambientais, se iniciando pela fase da extração da argila através da retirada da cobertura vegetal, juntamente com a camada fértil do solo, chegando às camadas de rochas/minério, que conseqüentemente, provocará a descaracterização da paisagem alterando a ordem geomorfológica do ambiente.

Com a falta de vegetação o solo fica sujeito ao processo de assoreamento devido ao aumento do transporte dos sedimentos por meio da água da chuva. Isso acontece porque a água solta partículas do solo que ficam desagregadas; o resultado é que as partículas, ao voltarem à superfície do solo, entram em contato com a água, aumentando a quantidade de transporte dos sedimentos (PORTELA, 2005). Além disto, por consequência do desmatamento, toda a fauna é obrigada a procurar outro lugar para ficar.

Um outro processo que a extração pode ocasionar é a desertificação do solo, cujo processo de degradação é derivado do manejo inadequado dos recursos naturais que ocorre tanto em regiões áridas, semiáridas, como sub-úmidas, dependendo das variações climáticas e das atividades humanas.

O impacto ambiental da extração de argila realizada pelas olarias é considerado por Kopezinski (2000, *apud* EVERTON *et al*, 2013) como negativo, que contribui para o dano à qualidade ambiental de uma determinada área e cuja ação, muitas vezes não atende às especificações ambientais.

De modo geral, os impactos ocasionados pelas olarias, na maioria das vezes, são tratados como assuntos de pouca importância, mas vistos como um grande problema considerando as conseqüências que são desfavoráveis ao ambiente. Tais conseqüências são: destruição da mata nativa quando houver; perda física e química dos solos; poluição do ar; às vezes, descumprimento da legislação referente à exploração; possível esgotamento da jazida; e por fim, geração de resíduos sólidos ao longo das atividades realizadas nas olarias.

No seguinte estudo, os impactos observados no local onde a cerâmica retira a argila são: a retirada da vegetação nativa; presença de “buracos” ou “cavas” no solo explorado devido ao uso da retroescavadeira, que causa desgaste e alteração na

paisagem do local, tal fato acelera o processo de erosão e de assoreamento em um rio que fica próximo, visto que a terra é arrastada para os leitos e o fundo dos rios, na qual reduz sua profundidade, conforme ilustram as figuras 9 e 10.

Figura 9 - Retirada da mata nativa (à esquerda) e assoreamento em um rio próximo à extração (à direita).



Fonte: Autor (2021)

Figura 10 - Alteração na paisagem do local.



Fonte: Autor (2021)

Além disso, presença de ruídos provenientes da retroescavadeira provocando poluição sonora; lançamento de material articulado e de gases; possível vazamento de óleo da máquina que contamina, de certo modo, o solo e criação de estradas para se chegar ao local explorado esmagando toda a vegetação que se encontra no

caminho, são os impactos encontrados no local de exploração pela olaria. Além do que, quando não houver mais recursos para se explorar, haverá abandono da área (como ocorreu nos locais anteriores), sem que haja qualquer tipo planejamento para a recuperação do ambiente degradado.

A recuperação de área explorada é de suma importância no processo de beneficiamento do patrimônio mineral e é uma condição imposta ao minerador para recuperar o meio ambiente degradado, conforme exigida pelo órgão público competente, na forma da lei. Passa a recuperação por três estágios: a) mitigar os impactos produzidos; b) reabilitação da área ao estágio inicial; e c) compensação, por parte da empresa, dos impactos que não puderem ser eliminados (ANICER, 2007 *apud* SILVA, 2009).

Em relação aos resíduos gerados durante o processo de fabricação, estes são resultantes da queima que são produtos quebrados e não conformes, e são comercializados com um preço mais baixo, conhecidos como tijolos de segunda ou “refugo”. Porém, as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) não permitem a comercialização de produtos fora de especificação técnica. Enquanto os que estão totalmente deteriorados, impossíveis de utilizar, a olaria utiliza como: aterros para estradas; comercializado para terceiros e/ou descartado em lugares a céu aberto sem nenhum planejamento sobre a destinação, facilitando o acúmulo de água e lixo (ver figura 11).

Figura 11 - Resíduos gerados durante processo de produção.



Fonte: Autor (2021)

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme os resultados encontrados, pode-se afirmar que devido ao grande consumo da argila que a olaria vem usando para a fabricação dos seus produtos cerâmicos, a jazida será esgotada mais rapidamente e, conseqüentemente, causará interferência no equilíbrio ambiental da região. O local explorado além de estar degradado e em virtude do tempo que ele vem sendo explorado, vai ser abandonado em pouco tempo, sem nenhum reaproveitamento da área e/ou algum tipo de reparo.

É notório, no momento, a fragilidade do ambiente depois de explorada que se dá por meio do manejo inadequado da argila, em função da falta de uma orientação adequada, incluindo o não planejamento para reparar a área depois de consumido todo o recurso mineral, como também a falta de meios de reduzir a quantidade de resíduos gerados durante e depois do processo produtivo.

Tendo em vista a prática ambiental da olaria sobre o desenvolvimento sustentável, a empresa precisa se ajustar a ele em consideração aos impactos negativos que ocasionam ao meio ambiente, se responsabilizando em agregar o desenvolvimento econômico às ações vinculadas a uma gestão social e ambientalmente responsável. Faz-se necessário então, seguir severamente a legislação ambiental, objetivando obter licenciamento (incluindo a realização de Estudos de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental) e autorização devida para esta atividade.

Algumas atitudes são necessárias no tocante ao meio ambiente, que vem sofrendo por causa da exploração exagerada do mineral. Ações como reduzir o dano ambiental, conformação com as leis ambientais e uma melhoria na fiscalização durante o período de exploração, são resultantes da realização de um estudo elaborado que também visa a vida útil da reserva, obedecendo seu tempo de descanso e utilizando técnicas para obter uma gestão ambiental adequada em relação ao meio explorado.

Diante disso, compreender a problemática da extração de um recurso natural como a argila para uma prática de beneficiamento e produção de um bem, exige um planejamento prévio e práticas para uma utilização adequada da argila evitando ao

máximo o seu desperdício, e por fim, quando precisar, estabelecer medidas de recuperação e preservação do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ABCERAM – Associação Brasileira de Cerâmica. **Informações Técnicas – Definições e Classificação.** Disponível em: <<https://abceram.org.br/definicao-e-classificacao/>> Acesso em: 15 de Agos. 2020.

ALMEIDA, Celso. **A CERÂMICA POPULAR BAIANA: suas origens e principais influências.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 11, v. 1, n. 4, Gramado. 2014

ANICER – Associação Nacional da Indústria Cerâmica. **Programa Setorial da Qualidade de Bloco Cerâmico.** Rio de Janeiro, 2020. Disponível em:<[file:///C:/Users/User/Downloads/pbqph\\_d5767.pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/pbqph_d5767.pdf)> Acesso em: 08 Jul. 2020.

ANICER; SEBRAE. **Cartilha Ambiental - Cerâmica Vermelha.** 2014. Disponível em: <<https://www.anicer.com.br/wp-content/uploads/2020/03/CartilhaAmbientalCeramicaVermelha.pdf>>. Acesso em: 13 Mar. 2021.

BASTOS, Frederico Assis. **AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE TELHAS E BLOCOS CERÂMICOS VISANDO A CERTIFICAÇÃO DO PRODUTO.** 2003. 152 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) - Programa de pós-graduação em engenharia civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

BRANCO. Pércio de Moraes. Minerais Argilosos. **Serviço Geológico do Brasil.** 18 Ago. 2014. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Minerais-Argilosos-1255.html>> Acesso em: 25 Abr. 2020.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 03 jan. 2021.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Política Nacional do Meio Ambiente.** Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)>. Acesso em: 03 jan. 2021.

BRASIL. Lei nº 97.632, de 10 de abril de 1989. **Recuperação de Áreas Degradadas.** Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1980-1989/d97632.htm#:~:text=DECRETO%20No%2097.632%2C%20DE,1981%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs.](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/d97632.htm#:~:text=DECRETO%20No%2097.632%2C%20DE,1981%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs.)>. Acesso em: 08 jan. 2021.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado, 1988. Disponível em: <[https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988\\_05.10.1988/CON1988.pdf](https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988_05.10.1988/CON1988.pdf)>. Acesso em: 24 de jan. 2021.

BRASIL. Lei nº 9.406, de 12 de junho de 2018. **Código de Mineração**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9406.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9406.htm)>. Acesso em: 20 jan. 2021.

CALDAS, T. C. C. **RECICLAGEM DE RESÍDUO DE VIDRO PLANO EM CERÂMICA VERMELHA**. 2012. 89 f. Dissertação (Mestre em Engenharia e Ciência de Materiais) – Pós-graduação em Engenharia e Ciência de Materiais da Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, 2012.

CAVALCANTI, Vanessa M. M. *et al.* Ministério de Minas e Energia. **PROJETO ORGANIZAÇÃO E FORMALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES DE EXTRAÇÃO DE ARGILA NO BAIXO JAGUARIBE – CEARÁ**. Relatório final da etapa 1 – diagnóstico. Fortaleza, CE, 2013.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 001/86**. Publicada no D. O. U de 17 de fevereiro de 1986. Disponível em: <<http://www.palmares.gov.br/wp-content/uploads/2018/09/res-conama-01-1986.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2021.

CORREIA FILHO, F. L. **Projeto Avaliação de Depósitos Minerais para a Construção Civil PI/MA**. 1 v. Teresina: CPRM, 1997.

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral. **Anuário Mineral Brasileiro**. V.35 804p. Brasília, 2010.

EVERTON, N. S.; MORALES, C.; SILVA, A. A. A. **IDENTIFICACAO DE IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELA PRODUCAO DE CERÂMICA VERMELHA NO ENTORNO DA RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA CAETÉ-TAPERAÇU DO MUNICÍPIO DE BRAGANCA-PA**. In: IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Salvador, 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/monteiro/panorama>>. Acesso em: 01 Mar. 2020.

JUNIOR, M. C. MONTE, E. D. MOTTA, J. F. M. SINTONI, A. SUSLICK, S. Arranjos Produtivos Mínero-Cerâmicos e o Desenvolvimento Econômico: Caso do APL de Socorro – SP. **Revista Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 2, n. 11, Mar/Abr. 2006.

JUNIOR, M. C. MOTTA, J. F. M. ALMEIDA, A. S. TANNO, L, C. Argilas para Cerâmica Vermelha. In: LUZ, A. B. LINS, F. A. F. **Rochas e Minerais Industriais**. 2. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, p. 748-770. 2008.

JÚNIOR, A. C. S. **BLOCOS CERÂMICOS: PRODUÇÃO E ANÁLISE DAS AGRESSÕES AMBIENTAIS**. 2016. 57 f. Monografia (Especialização em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Monteiro, 2016.

MACEDO, R.S. **ESTUDO DAS MATÉRIAS-PRIMAS E TIJOLOS CERÂMICOS FURADOS PRODUZIDOS NO ESTADO DA PARAÍBA**. 1997. 107 f. Dissertação

(Mestre em Engenharia Química) - pós-graduação em mestrado em engenharia química na Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1997.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MEIRA, J. M. L. Argilas: o que são, suas propriedades e classificações. **Visa Consultores**. Jan. 2001. Disponível em: <

[http://www.visaconsultores.com/pdf/VISA\\_com09.pdf](http://www.visaconsultores.com/pdf/VISA_com09.pdf)>. Acesso em: 13 Mar. 2020.

MEYER, Murilo Machado. **GESTÃO AMBIENTAL NO SETOR MINERAL: UM ESTUDO DE CASO**. 2000. 175 f. Dissertação (Mestre em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

PORTELA, M. O. B. **EXTRAÇÃO DE ARGILA E SUAS IMPLICAÇÕES SOCIOECONÔMICAS E AMBIENTAIS NO BAIRRO OLARIAS, EM TERESINA**. 2005. 127 f. Dissertação (Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2005.

SANTOS, E. J.; FERREIRA, C. A.; SILVA JUNIOR, J. M. F. Ministério de Minas e Energia. **GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DO ESTADO DA PARAÍBA**. Recife, PE, 2002.

SILVA, C. R. **GEODIVERSIDADE DO BRASIL: Conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro**. 1 ed. Rio de Janeiro: CPRM/SGB, 2008.

SILVA, V. S. **Análise do processo produtivo dos tijolos cerâmicos no estado do Ceará – da extração da matéria-prima à fabricação**. 2009. 102 f. Monografia (Curso de Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

SILVA, P. S.; MACEDO, R. S. **CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE ARGILAS PARA PRODUÇÃO DE TELHAS CERÂMICAS NA PARAÍBA - PRODUTO DE MAIOR VALOR AGREGADO**. In: VII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE. Campina Grande. 2010.

VIEIRA, C. M. F.; MONTEIRO, S. N.; FH, J. D. Considerações sobre o Uso da Granulometria como Parâmetro de Controle de uma Argila Sedimentar. **Cerâmica Industrial**, v. 1, n. 10, p. 23-26, Jan/Fev, 2005.