



**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS ARGILAS UTILIZADAS NA
INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA NO MUNICÍPIO DE TABATINGA-
AM: UM ESTUDO DE CASO EM INDÚSTRIAS DO MUNICÍPIO**

Artemizia Rodrigues Sabino

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos – Mestrado Profissional, PPGEP/ITEC, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Processos.

Orientadores Prof. Dr. Edilson Marques Magalhães
Prof. Dr. José Antônio da Silva Souza

Belém-PA
Agosto de 2016

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS ARGILAS UTILIZADAS NA
INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA NO MUNICÍPIO DE TABATINGA-
AM: UM ESTUDO DE CASO EM INDÚSTRIAS DO MUNICÍPIO**

Artemizia Rodrigues Sabino

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA PROCESSOS – MESTRADO PROFISSIONAL (PPGEP/ITEC) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA DE PROCESSOS.

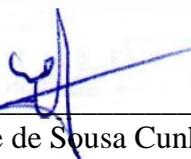
Examinada por:



Prof. Edilson Marques Magalhães, Dr. Eng.
(PPGEP/ITEC/UFPA-Orientador)



Prof. José Antônio da Silva Souza, D.Eng.
(PPGEP/ITEC/UFPA-Coorientador)



Prof. Edinaldo Jose de Sousa Cunha, Dr. Eng.
(PPGEP/ITEC/UFPA-Membro)



Prof. Cláudio Gonçalves, Dr.
(DEE/EST/UEA-Membro externo)

BELÉM, PA - BRASIL

AGOSTO DE 2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFPA

Sabino, Artemizia Rodrigues, 1983-

Características físico-químicas das argilas utilizadas na indústria de cerâmica vermelha no município de tabatinga-am: um estudo de caso em indústrias do município / Artemizia Rodrigues Sabino. - 2016.

Orientador: Edilson Marques Magalhães

Coorientador: José Antônio da Silva Souza.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, 2016

1. Argila- Tabatinga (AM) 2. Argila - Análise 3. Cerâmica. I. Título

CDD 23. ed. 620.191098112

*Este trabalho é dedicado a minha família:
Maria de Melo Rodrigues (mãe), Francisco
Sabino Rodrigues (pai) e aos meus irmãos
Ivanei, Helder José, Francisléia,
Francislei, Maria Cléia, Ivanilde e Elimar
que sempre estiveram me incentivando e
apoiando nessa caminhada.*

AGRADECIMENTOS

A meu Deus pelo dom da vida, por me fortalecer e inspirar a cada amanhecer.

A meus pais Maria de Melo Rodrigues e Francisco Sabino Rodrigues pelo apoio e incentivo todos os dias.

A minha irmã Ivanei de Melo Rodrigues que muito contribuiu e me incentivou na realização deste trabalho sempre dando sugestões que vieram a engrandecê-lo.

A Francilene dos Santos Cruz, Enildo Batista Lopes e Jucilene Viera Barbosa pelo incentivo e companheirismo durante esse período.

Aos meus orientadores Prof. Dr. Edilson Marques Magalhães e Prof. Dr. José Antônio da Silva Souza pelas orientações dadas na construção desta dissertação.

A Prof^a. Msc. Rita Dácio Falcão por sua contribuição durante a pesquisa.

Ao Prof. Msc. Rony Iglecio Leite de Andrade e Profa. Msc. Iatiçara Oliveira da Silva pela colaboração e sugestões dadas na para a elaboração deste trabalho.

Ao Prof. Msc. Luís Enrique Gainette Prates pela sugestão do estudo desenvolvido.

Ao Prof. Msc. Marcelo Lacortt por suas observações no corpo deste trabalho.

As empresas que abriram as portas para que a pesquisa pudesse ser realizada e aos funcionários que se disponibilizaram a cooperar com o trabalho.

A Universidade Federal do Pará (UFPA) juntamente com o Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM) que criaram este curso oportunizando-nos o estudo e conseqüentemente uma melhor qualificação profissional.

A todos que direta e indiretamente fizeram parte desse processo de alguma forma.

Meus sinceros agradecimentos.

*“Construí amigos, enfrentei derrotas,
venci obstáculos, bati na porta da vida e
disse-lhe: Não tenho medo de vivê-la”.*

Augusto Curi

Resumo da Dissertação apresentada ao PPGE/UFPA como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Processos (M.Eng.)

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS ARGILAS UTILIZADAS NA
INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA NO MUNICÍPIO DE TABATINGA-
AM: UM ESTUDO DE CASO EM INDÚSTRIAS DO MUNICÍPIO**

Artemizia Rodrigues Sabino

August/2016

Orientadores: Edilson Marques Magalhães
José Antônio da Silva Souza

Área de Concentração: Engenharia de Processos

A indústria de cerâmica vermelha do Estado do Amazonas tem como seu maior polo de produção a cidade de Iranduba e a região metropolitana de Manaus e vem aumentando a cada ano sua demanda. No restante do Estado, o município de Tabatinga, uma cidade onde também existem empresas que produzem tijolos cerâmicos, mesmo tendo pouquíssimos registros do desenvolvimento dessa atividade no cenário regional, vem se destacando na economia local e influenciando a qualidade de moradias da população. Assim, o setor oleiro-cerâmico de Tabatinga tem ganhado cada vez mais relevância na economia do município, pois gera empregos diretos e indiretos, formais e informais. Além de contribuir para a geração e distribuição de renda na cidade. Com isso, torna-se de grande importância desenvolver pesquisa para estudar as propriedades físico-químicas das argilas utilizadas para a produção de blocos vasados e telhas, visando a obtenção da mistura ideal destes materiais para a produção de artefatos cerâmicos com maior qualidade. Primeiramente, foram produzidas massas cerâmica com variação da argila branca na forma em peso 70%, 50%, 30%. Em seguida foram confeccionados corpos de provas nas dimensões de 100x50x100 mm, de acordo com a ABNT. Estes corpos de prova após secagem, foram queimados durante 3 (três) horas a uma temperatura de 1050°C. Posteriormente, os corpos de provas foram submetidos aos ensaios de Absorção de água, Porosidade aparente e Tensão de ruptura a flexão. Com base no material analisado percebeu-se que os valores obtidos para a mistura, são dependentes do teor de argila vermelha que apresenta maior plasticidade, produzindo um material com resistência maior que de 20 MPa que é exigido pela ABNT NBR 6220/1997.

Abstract of Dissertation presented to PPGE/UFPA as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Process Engineering (M.Sc.)

PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF CLAYS USED IN THE RED CERAMICS INDUSTRY IN THE MUNICIPALITY OF TABATINGA-AM: A CASE STUDY IN MUNICIPAL INDUSTRIES

Artemizia Rodrigues Sabino

August/2016

Advisors: Edilson Marques Magalhães

José Antônio da Silva Souza

Research Area: Process Engineering

The red ceramic industry Amazonas State has as its largest production center the city of Iranduba and the metropolitan region of Manaus and is increasing every year your demand. In the rest of the state, the city of Tabatinga, a town where there are also companies that produce ceramic bricks, even though very few records of the development of this activity in the regional scenario, has been highlighted in the local economy and influencing the quality of housing the population. Thus, Tabatinga Potter - ceramic sector has gained increasing importance in the city's economy because it generates direct and indirect jobs, formal and informal. Besides contributing to the generation and distribution of income in the city. Therefore, it is of great importance to develop research to study the physicochemical properties of the clays used for the production of vasados blocks and tiles in order to obtain the optimal mix of these materials for the production of ceramic articles with higher quality. First, ceramic bodies were produced with the variation in white clay 70 wt %, 50 %, 30 %. Then they were made bodies of evidence in the 100x50x100 mm dimensions, according to ABNT. These specimens after drying, was burned for three (3) hours at a temperature de 1050 ° C. Subsequently, the test samples were subjected to the water absorption test, apparent porosity and Breakdown Voltage bending. Based on the analyzed material it was noticed that the values obtained for the mixture, are dependent on the red clay content which has higher plasticity, producing a material with higher strength than 20 MPa is required by NBR 6220/1997.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - JUSTIFICATIVA DO ESTUDO.....	2
1.2 - OBJETIVOS.....	3
1.2.1 - Objetivo Geral.....	3
1.2.2 - Objetivos Específicos.....	4
1.3 - CONTRIBUIÇÃO E RELEVÂNCIA DO ESTUDO.....	4
1.4 - ESTRUTURA DOS CAPÍTULOS.....	4
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA.....	6
2.1 - A O USO DE CERÂMICA VERMELHA PELA HUMANIDADE.....	6
2.2 - SOLO E ARGILA.....	8
2.3 - TIPO DE ARGILAS.....	11
2.4 - MATÉRIA-PRIMA PARA CERÂMICA VERMELHA.....	14
2.4.1 - Argilas Cauliníticas.....	17
2.4.2 - Classificação dos Argilos-minerais.....	18
2.5 - REAÇÕES DO ESTADO SÓLIDO NA SINTERIZAÇÃO (VITRIFICAÇÃO E FORMAÇÃO DE MULITA).....	20
2.5.1 - Reações de Formação de Mulita.....	22
2.6 - PRODUÇÃO DE CERÂMICA VERMELHA NO BRASIL.....	23
2.7 - PRODUÇÃO DE CERÂMICA VERMELHA NO AMAZONAS.....	27
2.8 - PRODUÇÃO E DEMANDA DE TIJOLOS EM OLARIAS.....	29
2.9 - PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO AMBIENTAL.....	31
CAPÍTULO 3 - ESTUDO DE CASOS DAS TRÊS INDÚSTRIAS CERÂMICAS DE TABATINGA-AM.....	35
3.1 - DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	36
3.2 - DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	40
3.3 - COLETA DE DADOS.....	41
3.4 - PRODUÇÃO DE TIJOLOS NO MUNICÍPIO DE TABATINGA-AM.....	42
3.5 - MODELO CONCEITUAL.....	46
3.6 - MÃO DE OBRA.....	61
3.7 - VENDA DE TIJOLOS.....	65
3.8 - GESTÃO AMBIENTAL E DA MATERIA-PRIMA NAS OLARIAS ESTUDADAS.....	70
CAPÍTULO 4 - MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E METODOLOGIA EXPERIMENTAL.....	72
4.1 - MATERIAIS.....	72
4.1.1 - Matérias-primas.....	72

4.2 - EQUIPAMENTOS.....	72
4.3 - METODOLOGIA EXPERIMENTAL.....	73
4.3.1 - Determinação das Propriedades Cerâmicas.....	76
4.4 - COLETA DE DADOS DA IMPORTÂNCIA DO COMÉRCIO DE TIJOLOS CERÂMICOS EM TABATINGA.....	77
CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	78
5.1 - CARACTERIZAÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS.....	78
5.1.1 - Análise Granulométrica.....	78
5.1.2 - Difração de Raio-X.....	79
5.2 - ANÁLISE DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS.....	82
5.2.1 - Porosidade Aparente.....	82
5.2.2 - Absorção de Água.....	84
5.2.3 - Tensão de Ruptura a Flexão.....	85
5.3 - A IMPORTANCIA DA ARGILA COMO MATERIA-PRIMA NA PRODUÇÃO DE TIJOLOS.....	86
5.4 - MPORTÂNCIA DO SETOR DE CERÂMICA VERMELHA EM TABATINGA.....	87
5.5 - SUGESTÕES PARA MELHORAR A QUALIDADE DO TIJOLO PRODUZIDO EM TABATINGA.....	93
CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	94
6.1 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	94
6.2 - SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS.....	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Imagem da microestrutura do agregado sintético enfatizando a grande quantidade de fase vítrea retirada e a consequente formação de mulita secundária devido à baixa viscosidade alcançada nesta região.....	21
Figura 2.2	Modelo de sinterização destacando o mecanismo de difusão em material policristalino: (1) difusão superficial; (2) difusão volumétrica; (3) evaporação-condensação; (4) difusão volumétrica; (5) difusão volumétrica na fronteira de grão; (6) difusão no contorno de grão. Onde: a = raio da partícula e x = raio do pescoço.....	22
Figura 2.3	Mostra a diferença de porosidade entre os materiais sinterizados a 1000°C (a) e a 1050°C (b), a micrografia da figura (C) representa o material da figura (b), com a retirada da fase vitre, mostrando a presença de mulita secundária.....	23
Figura 3.1	Localização do Município de Tabatinga.....	36
Figura 3.2	Olaria Várzea Alegre.....	36
Figura 3.3	Olaria Bom Jesus.....	37
Figura 3.4	Olaria Monte Sinai.....	38
Figura 3.5	Perímetro das três olarias.....	42
Figura 3.6	Fluxograma do processo de produção.....	47
Figura 3.7	Jazidas das olarias A.....	48
Figura 3.8	Jazidas das olarias B.....	48
Figura 3.9	Jazidas das olarias C.....	48
Figura 3.10	Área de retirada de argila das três olarias.....	49
Figura 3.11	Estoque de matéria-prima das olarias A.....	50
Figura 3.12	Estoque de matéria-prima das olarias B.....	50
Figura 3.13	Estoque de matéria-prima das olarias C.....	50
Figura 3.14	Caixão alimentador das empresas A.....	51
Figura 3.15	Caixão alimentador das empresas B.....	51
Figura 3.16	Caixão alimentador das empresas C.....	51
Figura 3.17	Desintegrador das olarias A.....	51

Figura 3.18	Desintegrador das olarias B.....	51
Figura 3.19	Desintegrador das olarias C.....	51
Figura 3.20	Misturador das olarias A.....	52
Figura 3.21	Misturador das olarias B.....	52
Figura 3.22	Misturador das olarias C.....	52
Figura 3.23	Laminadores das olarias A.....	53
Figura 3.24	Laminadores das olarias B.....	53
Figura 3.25	Laminadores das olarias C.....	53
Figura 3.26	Extrusora das olarias A.....	54
Figura 3.27	Extrusora das olarias B.....	54
Figura 3.28	Extrusora das olarias C.....	54
Figura 3.29	Máquinas de corte das olarias A.....	54
Figura 3.30	Máquinas de corte das olarias B.....	54
Figura 3.31	Máquinas de corte das olarias C.....	54
Figura 3.32	Galpão de secagem de tijolos das olarias A.....	56
Figura 3.33	Galpão de secagem de tijolos das olarias B.....	56
Figura 3.34	Galpão de secagem de tijolos das olarias C.....	56
Figura 3.35	Forno das olarias A.....	58
Figura 3.36	Forno das olarias B.....	58
Figura 3.37	Forno das olarias C.....	58
Figura 3.38	Estoque da olaria A.....	59
Figura 3.39	Caminhão sendo carregado na olaria B.....	60
Figura 3.40	Total de funcionários diretos das olarias.....	62
Figura 3.41	Percentual do mercado consumidor das olarias.....	68
Figura 4.1	Argila homogeneizada.....	73
Figura 4.2	Molde em aço.....	73
Figura 4.3	Prensa hidráulica.....	74
Figura 4.4	Fluxograma da metodologia experimental para obtenção dos corpos de prova.....	75
Figura 5.1	Difratograma da argila branca.....	79
Figura 5.2	Difratograma da argila vermelha.....	80
Figura 5.3	Difratograma da mistura de argila branca e vermelha.....	80
Figura 5.4	Número de construção feitas de tijolo cerâmico e de madeira	89

nos bairros de Tabatinga.....

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Valor da produção mineral brasileira comercializada (AMB, 2005).....	16
Tabela 4.1	Percentual das Matérias-Primas.....	74
Tabela 5.1	Percentuais de sílica presente na argila branca, vermelha e na mistura.....	78
Tabela 5.2	Porosidade Aparente (AB), (AV), (M).....	83
Tabela 5.3	Porosidade Aparente (M1), (M2).....	84
Tabela 5.4	Absorção de Água, (AB), (AV), (M).....	84
Tabela 5.5	Absorção de Água, (M1), (M2).....	85
Tabela 5.6	Tensão de Ruptura a Flexão (AB), (AV), (M).....	85
Tabela 5.7	Tensão de Ruptura a Flexão (M1), (M2).....	86
Tabela 5.8	Número e percentual de construção feitas de tijolo cerâmico e de madeira nos bairros de Tabatinga.....	88

NOMENCLATURA

m_{ps}	Massa da peneira mais a massa de sílica.
m_p	Massa da peneira
m_a	Massa da amostra
AA	Absorção de Água.
AB	Argila Branca
ABNT	ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS
Al ₂ O ₃	Alumina
AV	Argila Vermelha
C	Caulinita
CO	Monóxido de carbono
CO ₂	Dióxido carbono
CODEAMA AMAZONAS	COMISSÃO DE DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO AMAZONAS
DIMATE	Divisão de Materiais
G	Goethite
I	Ilita
IBGE	INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
IPAAM	INSTITUTO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO AMAZONAS
LEQ	Laboratório de Engenharia Química
LI	Licença de Instalação.
LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia.
M	Mistura
M1	Mistura 1
M2	Mistura 2
M _i	Massa do corpo de prova imerso
M _s	Massa do corpo de prova seco
M _u	Massa do corpo de prova úmido
PA	Porosidade Aparente

PIB	Produto Interno Bruto
PNRS	Política Nacional de Resíduos
Q	Quartzo
RJ	Rio de Janeiro
RS	Rio Grande do Sul
S	Latitude
SEBRAE	SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO À MICRO E PEQUENAS
EMPRESAS	
SENAC	SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM COMÉRCIAL
SEPLAN	SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E
COORDENAÇÃO GERAL	
SiO ₂	Dióxido de silício
SOC	Setor Oleiro-Cerâmico
TRT	Tensão de Ruptura à Flexão
UFPA	UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
USA	Estados Unidos da América
UTM	Unidade Transversa de Mercator
W	Longitude

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A indústria cerâmica brasileira tem participação de cerca de 1% no PIB nacional, sendo aproximadamente 40% desta participação representada pelo setor de cerâmica vermelha. Este setor, consome cerca de 70 milhões de toneladas de matérias primas por ano, através das 12 mil empresas distribuídas pelo país, a maioria de pequeno porte, gerando centenas de milhares de empregos (AZEVEDO *et. al*, 2001).

Apesar da grande importância econômica e social da cerâmica vermelha no país, a grande maioria dos jazimentos de argilas não é devidamente estudada, não havendo, em geral, dados técnico-científicos que orientem sua aplicação industrial da maneira mais racional e otimizada possível (AZEVEDO *et. al*, 2001).

Alguns estados como o Estado da Paraíba possui uma grande quantidade de indústrias de cerâmica vermelha com uma grande produção de blocos e telhas. Entretanto, o Estado não foge à regra do restante do país, não havendo o conhecimento adequado e necessário acerca das características tecnológicas das argilas, não há laboratórios especializados para realizar as mais básicas análises e propriedades físico-químicas para uma avaliação sobre que misturas poderiam produzir materiais com melhores propriedades e quais as temperaturas a serem obtidas nos fornos de queima mas principalmente qual o tempo necessário no forno para a produção de material de melhor qualidade.

A história da cerâmica vermelha no Estado do Amazonas está relacionada ao consumo de blocos cerâmicos e telhas na expansão da zona Metropolitana de Manaus com a implantação da Zona Franca, porém a partir das últimas décadas, vários dos principais municípios do Estado também passaram a produzir sua própria cerâmica estrutural como: Parintins, Itacoatiara, Tabatinga etc. A produção de cerâmica vermelha é realizada, em sua maioria, por empresas de pequeno e médio porte, de capital nacional. As jazidas de argila, que produzem matérias-primas com qualidade e regularidade, constituem-se em unidades mineradoras, pertencentes a própria empresa ou fornecedoras à indústria de Cerâmica Vermelha (GESICKI *et al*, 2002).

O Brasil dispõe de importantes jazidas de minerais industriais de uso cerâmico, cuja produção está concentrada principalmente nas regiões sudeste e sul, onde estão localizados os maiores polos cerâmicos do país. No entanto, outras regiões têm

apresentado certo desenvolvimento dessa indústria, em especial o nordeste, devido, principalmente, à existência de matéria-prima, energia viável e mercado consumidor em desenvolvimento (ANFACER, 2012; BNB 2010). A localização das cerâmicas é determinada por dois fatores principais: a proximidade de jazidas (em função do volume de matéria-prima processada e da necessidade de transporte de grande volume e peso) e a proximidade dos mercados consumidores (tendo em vista os custos de transporte). Quanto maior o grau de qualidade da argila, maior é a importância assumida por esse fator locacional. Uma empresa localizada longe da jazida somente se justifica quando essa é de qualidade excepcional.

O setor cerâmico instalado no Brasil, no estado do Amazonas, principalmente na região Metropolitana de Manaus é grande consumidor de minerais de argila. A cidade de Tabatinga também vem se destacando como produtor e consumidor de insumos de cerâmica vermelha e movimenta a economia local. Os produtos de cerâmica vermelha compreendem todos os bens feitos com matérias-primas argilosas, que após a queima, apresentam coloração avermelhada como tijolos e telhas (MINEROPAR, 2000).

Neste contexto, e com base nos estudos do uso e exploração do solo na bacia do Rio Solimões e na demanda pela produção de tijolos no município de Tabatinga, Estado do Amazonas, procurou-se neste trabalho mostrar como se dá o processo de fabricação dos tijolos nas três cerâmicas da cidade, em todas as suas etapas, as técnicas utilizadas no processo, o ambiente que está sendo explorada a argila, o produto final e apresentar sugestões para melhorar a qualidade do tijolo, bem como, mostrar a importância do tijolo como produto ímpar da construção civil dentro da região da tríplice fronteira do Alto-Solimões.

1.1 - JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

No município de Tabatinga-AM estão localizadas as três olarias que produzem e comercializam tijolos cerâmicos para a construção civil atendendo também as cidades de Letícia na Colômbia e Santa-Rosa no Perú, além de algumas comunidades do interior dessas cidades. E apesar da produção de tijolo ter grande importância para o desenvolvimento do comércio local não temos registro de estudos voltados para a produção de cerâmica vermelha em Tabatinga. Há aproximadamente 15 anos existe a produção de tijolos na cidade de Tabatinga e desde então, as olarias vem se adaptando as normas estabelecidas pelos órgãos públicos para a exploração da matéria-prima

utilizada na fabricação de tijolos cerâmicos. Em contra partida não existe um órgão que controla a qualidade dos tijolos produzidos, ou que estabeleça medidas adequadas das matérias-primas a serem utilizadas para que os tijolos possuam uma resistência que seja condizente com o padrão nacional, oferecendo segurança e confiabilidade aos consumidores.

Uma das formas de analisar a qualidade da cerâmica fabricada é por em prática a Norma ABNT NBR 6220 / 1997 – Materiais refratários densos conformados – Determinação da densidade de massa aparente, porosidade aparente, absorção e densidade aparente da parte sólida. É uma das normas que estabelece as características necessárias das matérias-primas usadas no preparo da massa para a produção de materiais cerâmicos no Brasil.

Embora já exista uma das olarias investindo na produção de tijolos de cimento, diga-se em fase experimental, o setor cerâmico de Tabatinga ainda tem como principal matéria-prima a argila natural que precisa ser dotada de características especiais para ser de boa qualidade na fabricação de tijolos.

A fabricação de tijolos é uma atividade industrial de muita relevância e necessária em Tabatinga, por isso, é indispensável que se façam estudos que analisem os impactos tanto positivos como negativos desse setor para a população local e de seus entornos, principalmente por suas fábricas estarem localizadas na zona urbana do município, a fim de melhorar sua atuação na produção e no comércio.

Portanto, essa pesquisa é de grande valor no que se refere a ter uma literatura voltada para o processo de fabricação de produtos cerâmicos produzidos no Amazonas, principalmente no Alto-Solimões, pois os registros mais comuns existentes são dos polos de Iranduba e entornos da região metropolitana de Manaus.

1.2 - OBJETIVOS

1.2.1 - Objetivo Geral

Estudar as principais propriedades físico-químicas das argilas visando a obtenção da mistura ideal das argilas para a produção de blocos vazados com maior qualidade.

1.2.2 - Objetivos Específicos

- Caracterizar a matéria-prima através da análise físico-químicas;
- Destacar a importância da argila como matéria-prima na produção de tijolos;
- Enfatizar a importância da argila e do tijolo como produto fundamental para a construção civil de Tabatinga e cidades vizinhas;
- Apresentar alternativas que trazem maior qualidade ao produto final (tijolo).

1.3 - CONTRIBUIÇÃO E RELEVÂNCIA DO ESTUDO

A principal contribuição será a colaboração para a produção de uma literatura sobre o setor cerâmico em Tabatinga-AM, uma vez que não há registros literários dessa natureza publicados, onde as empresas e a própria população possa obter informações cientificamente comprovadas e que a pesquisa possa despertar o interesse de que mais estudos sejam feitos e publicados com relação ao setor cerâmico do Alto-Solimões, em especial da tríplice-fronteira composta por Brasil-Colômbia-Perú. Assim, a indústria fica sabendo de indícios que ajudarão a melhorar e ter êxito no processo produtivo e o consumidor ganha na qualidade dos produtos adquiridos. Portanto, esse estudo tem sua relevância para as cerâmicas que buscam deixar seus consumidores satisfeitos visando não somente o lucro da empresa, mas a qualidade dos produtos oferecidos para fidelizar e ganhar cada vez mais clientela.

1.4 - ESTRUTURAS DOS CAPÍTULOS

O capítulo 1 apresenta a introdução contendo um breve histórico sobre a utilização da argila como matéria-prima para a fabricação de cerâmica vermelha, a justificativa, os objetivos, a contribuição e relevância do estudo a serem alcançados nesta pesquisa.

No capítulo 2 busca-se fazer uma revisão da literatura situando o leitor sobre o assunto em questão, produção de cerâmica vermelha e a principal matéria-prima usada nesse processo.

O capítulo 3 está composto por um estudo de caso das três olarias da cidade de Tabatinga-AM, com a descrição da área pesquisada, localização das olarias, a descrição

do processo de produção de tijolos e alguns fatores que influenciam na produção como a mão de obra e a venda do produto.

No capítulo 4 é apresentado o material, o equipamento e a metodologia experimental utilizada na pesquisa, contendo a estratégia usada para o estudo deste trabalho.

No capítulo 5 constam os resultados e discussão dos dados obtidos na pesquisa com a caracterização da matéria-prima, a análise das propriedades físico-mecânicas destacando-se a importância das olarias e a produção de tijolo para o desenvolvimento econômico da cidade de Tabatinga.

O capítulo 6 encerra com a conclusão e sugestões, enfatiza-se a relevância de que novos estudos sejam feitos e voltados para o setor oleiro-cerâmico local, já que 80% dos prédios, moradias, estabelecimentos e órgãos públicos utilizam o tijolo como principal produto nas construções.

CAPÍTULO 2

REVISÃO DA LITERATURA

2.1 - O USO DE CERÂMICA VERMELHA PELA HUMANIDADE

Desde a antiguidade o homem desenvolveu técnicas de sobrevivência criando utensílios que lhe permitisse realizar suas atividades diárias com êxito. O uso da argila para produção de adornos e vasos foi importante para que o homem fosse produzindo novos artigos que são utilizados até os dias atuais. Alguns estudos arqueológicos indicam a ocorrência de utensílios cerâmicos a partir do período neolítico (2.500 a. C.) e de materiais de construção, como tijolos, telhas e blocos, por volta de 5.000 a 6.000 a.C. (SEBRAE, 2008).

Em 430 a.C. foram encontradas telhas na Grécia, e indícios de sua utilização na China e Japão. Já por volta de 280 a. C., acharam vestígios da utilização de barro cozido para a construção de telhas, assim como a fabricação de divindades, objetos ornamentais entre outros artefatos por parte da civilização romana (SEBRAE, 2008).

Segundo pesquisa da Faculdade de Tecnologia de Lisboa, peças cerâmicas bem elaboradas com argila datam de 4.000 a. C., com formas bem definidas, no entanto, essas peças ainda não eram contempladas com o cozimento. Nessa mesma época existem indícios do uso de tijolos para a construção, fabricados na mesopotâmia. (SANTOS, 2003).

A partir do século I a. C. a atividade utilizando cerâmica vermelha foi se aperfeiçoando contemplando a elaboração de peças mais detalhadas de acordo com as necessidades que surgiam. Dantas (2008) afirma que a produção e o uso da cerâmica é praticamente tão antigo quanto à descoberta do fogo. Predominantemente ao longo da história e até o final do século XIX, métodos artesanais para obtenção dos mais variados objetos eram empregados. Tais objetos de uso decorativo ou doméstico e de uso na construção civil e industrial eram produzidos manualmente e muitos deles de excelente qualidade.

No Brasil, há mais de 2000 anos, antes mesmo da colonização européia, já existia no país atividade de fabricação de cerâmica, representada por potes, baixelas, entre outros artefatos utilizados pela população de algumas etnias indígenas (ACERTUBOS, 2011).

BELLINGIERI (2003) afirma que existem relatos da atividade de fabricação de cerâmica desde a chegada dos colonizadores portugueses em 1500. Cerâmicas mais elaboradas foram encontradas na Ilha de Marajó, do tipo marajoara, com a origem na cultura indígena do lugar. Achados arqueológicos apontam para a presença de uma cerâmica mais simples na região amazônica elaboradas muito provavelmente por seus habitantes indígenas.

Com a chegada dos colonizadores portugueses e a necessidades de construção de moradias houve a necessidade do uso da cerâmica vermelha com técnicas bem rudimentares introduzidas pelos jesuítas que necessitavam de tijolos para construir colégios e conventos, já que a educação brasileira ficou por mais de duzentos anos sob responsabilidade desses religiosos.

Em 1549, com a chegada do primeiro governador geral, Tomé de Souza, a colônia foi estimulada a fabricar produtos de cerâmica para uso da construção das cidades que foram fundadas. ARAGÃO (2011), diz que há indícios do uso de telhas na formação da vila que viria a ser a cidade de São Paulo-SP. Foi um estímulo e início do desenvolvimento da atividade cerâmica de forma mais intensa, sendo as olarias o marco inicial da indústria em São Paulo.

Pode-se afirmar que o primeiro impulso de produção em série se deu no século XIX, com a instalação da olaria dos Falchi, que possuía um motor de 40 cavalos de potência, dois amassadores de argila e equipamento que garantia a produção de telhas (BELLINGIERI, 2003).

Acompanhando a revolução industrial, no século XX, a indústria cerâmica adotou a produção em massa, para a qual são de fundamental importância o conhecimento e controle das matérias primas, produtos e processos que tendem a variar de acordo com a demanda pelos materiais fabricados. A indústria de revestimento cerâmico surgiu a partir de fábricas de cerâmica estrutural, ou seja, de tijolos, blocos e telhas de cerâmicas vermelhas. Também começaram a fabricação de ladrilhos hidráulicos, azulejos e até pastilhas cerâmicas e de vidros.

Já segundo BARBOSA *et al.* (2008), na cadeia produtiva do setor da construção civil, a indústria cerâmica é bastante diversificada, existindo seguimentos com maior ou menor grau de desenvolvimento e capacidade de produção que podem ser divididos em: cerâmica vermelha, materiais de revestimento, materiais refratários, louça sanitária, isoladores elétricos e de porcelana, louça e mesa, cerâmica artística, cerâmica técnica e isolantes térmicos. Porém, para classificar um produto cerâmico deve-se levar em

consideração o emprego dos seus produtos, natureza de seus constituintes, características da massa, além de outras características cerâmicas, técnicas e econômicas (SEBRAE, 2008).

De acordo com SILVA (1993), os materiais e métodos construtivos utilizados desde então sofreram forte influência da cultura européia, especialmente no período em que os brasileiros tiveram contatos com profissionais da construção civil formados no continente europeu, época em que a produção era tipicamente artesanal, fato esse que se refletia na indústria de materiais de construção daquele período.

A criação do Sistema financeiro de Habitação e do Banco Nacional de Habitação criados na década de 60 impulsionou ainda mais toda a indústria de materiais e componentes utilizados na construção civil. Então, houve um processo de especialização nas empresas cerâmicas, o que gerou uma separação entre olarias que produzem tijolos e telhas e as cerâmicas que fabricam produtos mais sofisticados como tubos, azulejos, louças, telhas, etc., que são itens fundamentais no processo da construção civil e da própria engenharia de produção.

2.2 - SOLO E ARGILA

Na visão de SOIL TAXONOMY (1975) e do SOIL SURVEY MANUAL (1984), (*apud* SAMPAIO, 2006) solo é a coletividade de indivíduos naturais, na superfície da terra, eventualmente modificado ou mesmo construído pelo homem, contendo matéria orgânica viva e servindo ou sendo capaz de servir à sustentação de plantas ao ar livre. Em sua parte superior, limita-se com o ar atmosférico ou águas rasas. Lateralmente, limita-se gradualmente com rocha consolidada ou parcialmente desintegrada, água profunda ou gelo. O limite inferior é talvez o mais difícil de definir. Mas, o que é reconhecido como solo deve excluir o material que mostre pouco efeito das interações de clima, organismos, material originário e relevo, através do tempo.

A mineralogia do solo se constitui em área básica e essencial ao entendimento e Ciência do solo, constituindo-se em ferramenta importante para o conhecimento e avaliação da gênese do solo, do seu comportamento físico e químico, além de indicar sua potencialidade (SAMPALIO, 2006).

Na visão de GRIM (1968), não é possível descrever uma argila por um número pequeno de propriedades e que geralmente os fatores que controlam as propriedades de uma determinada argila possuem:

- A composição mineralógica dos argilominerais qualitativa e quantitativa, e a distribuição granulométrica das partículas;
- A composição mineralógica dos não-argilominerais, qualitativo e quantitativa e distribuição granulométrica das partículas;
- Teor em eletrólitos quer dos cátions trocáveis, quer de sais solúveis, qualitativa e quantitativamente;
- Natureza e rigor dos componentes orgânicos;

Características texturais da argila, tais como dos grãos de quartzo, grau de orientação e paralelismo das partículas dos argilominerais, silificação e outros.

Os minerais do solo são classificados em dois grandes grupos: primários e secundários. Os minerais secundários podem ser de três origens: são sintetizados no próprio solo (in situ) a partir dos produtos da meteorização dos minerais primários menos resistentes, resultam de alterações da estrutura de certos minerais primários e são herdados do material originário. (SAMPAIO, 2006). Os minerais mais frequentes no solo são minerais de argila (silicatos de alumínio no estado cristalino), silicatos não cristalinos, óxidos e hidróxidos de alumínio e férreo, carbonatos de cálcio e de magnésio.

Minerais de argila são silicatos de alumínio no estado cristalino pertencente ao grupo dos filossilicatos e constituem partículas de diâmetro $< 0,002$ mm (dimensão de lote de Argila). Os silicatos possuem estrutura cuja geometria é denominada pelo arranjo tridimensional dos átomos de silício e oxigênio seguindo regras definidas determinadas pela natureza química e pela geometria de seus próprios átomos.

Os filossilicatos formam uma estrutura tridimensional mais complexa porque são partilhados os três oxigênios basais de cada tetraedro, originando estrutura planares-camadas tetraédricas, ou seja, estruturas que crescem seguindo duas direções.

No Brasil, existem jazidas extensas de caulinita derivada da formação das condições climáticas tropical e subtropicais e as águas ácidas em ambientes alcalinos que fornecem suprimento de magnésio e ferro, (PASCHOAL, 2004).

A argila é material resultante da decomposição há milhares de anos das rochas feldspática, graníticas e basálticas, abundantes na crosta terrestre. São classificadas em duas categorias: as argilas primárias e as argilas secundárias ou sedimentares (PORTO ROSSI, 2003). Seus principais elementos constitutivos são a sílica e o alumínio.

A argila é um material natural composto por partículas extremamente pequenas de um ou mais argilomineral. Argilo mineral são minerais constituídos por silicatos hidratados de alumínio e ferro podendo conter elementos alcalinos (sódio e potássio) e alcalinos terrosos (cálcio e magnésio). As argilas são utilizadas pelo homem desde as antiguidades nas mais diversas aplicações na produção de utensílios domésticos e adornos de barro (SANTOS 1992). Em uma breve reportagem sobre os argilominerais verifica-se que o termo é usado para designar especificamente os filossilicatos que são hidrofílicos e conferem à propriedade de plasticidades as argilas (PINNAVAIA e BEALL, 2000).

A argila tem propriedades e estruturas de um solo coesivo. Os argilominerais, quando na presença de água são responsáveis pelas propriedades frescas das argilas tais como: plasticidades, resistência mecânica a úmido, retração linear de secagem, compactação, tixotropia e viscosidade de suspensões aquosas (PINHEIROS, 2008). Minerais argilosos do grupo da caulinita, palikoskita e sepiolita ativados têm amplo aspecto de aplicação em meio industrial (GUERRA *et al.*, 2006).

A exploração de argila possui grande importância para economia do Brasil, visto que é matéria-prima utilizada pela indústria cerâmica na produção de vários materiais necessários nas diversas fases da construção civil. Cerâmica é o nome dado à pedra artificial obtida, basicamente, por meio da moldagem, secagem e cozedura de blocos que tenham como elemento principal a argila. (BAUER, 1994).

Além das argilas existem outros materiais cerâmicos que, misturados a elas, produzem as chamadas massas ou pastas cerâmicas, cada qual com características específicas, como os anti-plásticos, que reduzem o encolhimento das argilas quando secam, ou os fundentes, que abaixam a temperatura de vitrificação da massa. Além destes materiais, podemos adicionar à massa outros ingredientes como quartzo, feldspato, caulim, talco, dolomita, carbonato de cálcio e bentonite, (OLIVEIRA e MAGANHA, 2006).

Por isso, a engenharia busca analisar os materiais desenvolvidos a partir da argila como tijolos cerâmicos, telhas, vasos, entre outros visando melhorar a qualidade dos produtos.

Na construção civil o uso contínuo de concreto armado, metais e tijolos se destacam. O tijolo é um dos materiais que aparece como componentes básicos de qualquer construção em alvenaria apresentando tamanho, cores e massa diferenciada, bem como preços variantes.

A argila pode ser natural, beneficiada ou sintética com características diferenciadas. De acordo com Silva (2007), a grande quantidade de rocha nos proporciona materiais argilosos dotados de diferentes características como:

- Cerâmica branca (caulim residual e sedimentar);
- Cerâmica refratária (Caulim sedimentar e argila refratária);
- Cerâmica vermelha (argila de baixa plasticidade, contendo fundentes);
- Cerâmica de louça (argila plástica, com fundentes e vitrificantes).

OLIVEIRA e MAGANHA (2006) diz que a cerâmica branca é um grupo bastante diversificado, o qual compreende os produtos obtidos a partir de uma massa de coloração branca, em geral recobertos por uma camada vítrea transparente e incolor, como por exemplo, louça de mesa, louça sanitária e isoladores elétricos. A cerâmica vermelha compreende materiais com coloração avermelhada empregados na construção civil (tijolos, blocos, telhas, elementos vazados, lajes, tubos cerâmicos e argilas expandidas), e também utensílios de uso doméstico e de decoração. Segmento formado em geral pelas olarias e fábricas de louças de barro.

O material refratário abrange grande diversidade de produtos com finalidade de suportar temperaturas elevadas em condições específicas de processo e/ou de operação. Usados basicamente em equipamentos industriais, estão geralmente sujeitos a esforços mecânicos, ataques químicos, variações bruscas de temperatura entre outras adversidades. Para suportar estas condições, foram desenvolvidos vários tipos de produtos, a partir de diferentes matérias-primas ou mistura destas (OLIVEIRA e MAGANHA, 2006).

2.3 - TIPO DE ARGILAS

Durante muito tempo se conceituou argila como derivada da Caulinita ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), porém hoje se sabe que podem ter outras origens. A argila é constituída por partículas cristalinas extremamente pequenas chamadas de argilominerais, das quais a Caulinita é a mais abundante e importante (LEGGERINI, 2008).

LEGGERINI (2008), diz: inicialmente que as argilas são classificadas em magras e gordas, conforme menor ou maior quantidade de colóides. Os colóides são

responsáveis pela plasticidade da argila, mas também, devido à alumina deformam-se muito mais no cozimento.

Entre as argilas que fundem a menos de 1200 °C:

- As argilas magras, devido ao maior tamanho dos grãos e à quantidade de sílica são mais porosas e frágeis. Ao tato parecem mais secas;
- Argilas com maior quantidade de material orgânico de cor cinza-azulada ou até preto assumem a coloração amarela ou vermelha após o cozimento. São usadas para materiais cerâmicos estruturais, assim como tijolos e telhas mais grosseiras;
- As magras e com pouco material orgânico dão cerâmicas menos porosas e uniformes, portanto de melhor qualidade. Estas argilas são também empregadas na fabricação do cimento;
- A argila com alta percentagem de mica e pouco ferro é denominada grês. Tem uma tonalidade cinza-esverdeada e é usada na fabricação de tubos cerâmicos e ladrilhos.

Para SANTOS (1994), as argilas podem ser classificadas em gordas ou magras conforme a quantidade de colóides. Argila gordas são muito plástica, e devido a alumina, deformam-se muito mais no cozimento. Argilas magras, são menos plástica, e devido ao excesso de sílica, são mais porosas e frágeis.

Quanto maior a plasticidade da argila fica mais fácil de trabalhar e dar a forma desejada aos produtos cerâmicos. Em contra partida se a argila apresenta muita plasticidade dificulta o processo de secagem causando trinca nas peças (SOUZA SANTOS, 1989).

As matérias-primas cerâmicas podem ser classificadas como plásticas e não-plásticas. Embora ambas exerçam funções ao longo de todo processo cerâmico, as matérias-primas plásticas são essenciais na fase de conformação, enquanto que as não-plásticas atuam mais na fase do processamento térmico. As principais materias-primas plásticas utilizadas no preparo das massas de revestimentos são as argilas plásticas (queima branca ou clara), caulim e argilas fundentes (queima vermelha). Dentre as matérias-primas não-plásticas destacam-se os filitos, fundentes feldspáticos (feldspato, granite, sienito, etc.), talco e carbonato (calcário e dolomite), sendo que o filito e o talco apresentam também características plásticas. O quartzo (material não-plástico) geralmente já está incorporado a outras substâncias minerais (argilas, filitos e fundentes feldspáticos) (MOTTA *et al.*, 1998).

As argilas plásticas são de queima clara, compostas de caulinita e outros argilominerais subordinados (illita e esmectita), com variável conteúdo de quartzo, feldspato, micas e matéria orgânica. Na composição da massa fornecem plasticidade, trabalhabilidade, resistência mecânica e refratariedade. A cor de queima branca, devido aos baixos teores de ferro e outros elementos corantes, é uma característica rara, tornando-as escassas. (MOTTA *et al.*, 1998).

Plasticidade é a propriedade que um material possui de se deformar sem rotura, pela aplicação de uma força, e de manter essa deformação quando a força aplicada é removida ou reduzida abaixo de um certo valor (tensão de cedência). A plasticidade de uma argila é tanto maior quanto mais elevada for a força necessária para a deformação (tensão de cedência) e quanto maior for a sua deformação sem entrar em rotura, (RIBEIRO *et al.*, 2004).

As argilas para cerâmica branca e caulim no cenário das argilas, além do aproveitamento para a cerâmica vermelha, distinguem-se as argilas caulínicas (com cor de queima clara) e caulins (D'ANTONA, 2007).

Geneticamente as argilas caulínicas e os caulins constituem depósitos do tipo residual de origem intempérica onde a caulinita presente é resultado da transformação de feldspatos e outros silicatos de alumínio in situ de rochas sedimentares caulínicas (D'ANTONA 2007).

LEGGERINI (2008) confirma que as argilas constituídas essencialmente pelo argilo-mineral caulinita são as mais refratárias, pois são constituídas essencialmente de sílica (SiO_2) e alumina (Al_2O_3), enquanto que os outros, devido à presença de potássio, ferro e outros elementos, têm a refratariedade sensivelmente reduzida. A presença de outros minerais, muitas vezes considerados como impurezas, pode afetar substancialmente as características de uma argila para uma dada aplicação; daí a razão, para muitas aplicações, de se eliminar por processos físicos os minerais indesejáveis. Processo chamado de beneficiamento.

As argilas caulínicas são mais impuras do que os caulins, contudo, revelam similar origem. Os caulins são mais desenvolvidos quando os perfis de alteração apresentam-se truncados na zona saprolítica, ficando diretamente expostos à ação intempérica atual, (D'ANTONA, 2007).

O caulim é um material composto essencialmente pelo argilomineral caulinita, pode entrar em adição ou substituição às argilas plásticas, apresentando plasticidade e resistência mecânica a seco inferiores a estas argilas, mas comportamento na queima

semelhante ou superior, além do menor conteúdo de matéria orgânica, que deve ser controlada na queima rápida, é uma matéria-prima importante, sobretudo por tratar-se de um material plástico de queima branca mais abundante que as argilas plásticas, mas sua oferta para determinados pólos pode ser afetada por custos elevados de transporte (MOTTA *et al.* 1998).

As argilas fundentes são compostas por uma mistura de argilominerais, que incluem a illita, caulinita e esmectita, com proporção variada de quartzo e outros minerais não- plásticos, com presença de óxidos fundentes (MOTTA *et al.* 1998).

As argilas na presença de água desenvolvem uma série de propriedades devido aos argilominerais, tais como: plasticidade, resistência mecânica a úmido, retração linear de secagem, compactação, tixotropia e viscosidade de suspensões aquosas. A argila caulinita consiste da associação uma folha tetraédrica de sílica com uma folha octaédrica de gibsita ou com uma folha octaédrica de brucita. A argila caulínica apresenta uma menor quantidade de óxidos fundentes, provocando a formação da fase líquida de modo mais lento e em menor quantidade, possibilitando assim uma densificação mais homogênea das peças, sem deformações (SILVA *et al.*, 2010).

Os materiais plásticos apresentam importantes características na etapa de conformação das peças cerâmicas, como moldagem e resistência mecânica a verde. Os materiais não-plásticos atuam também na etapa de conformação e secagem, com a função de diminuir a retração das peças e ajudando na secagem. Estes materiais trabalham em equilíbrio com os materiais plásticos, controlando as transformações e deformações. Os materiais não-plásticos podem se apresentar ainda como inertes, vitrificantes e fundentes, na fase de queima. (MOTTA *et al.*, 2002).

2. 4 - MATÉRIA-PRIMA PARA CERÂMICA VERMELHA

O mercado mundial de bens minerais vive um momento de extraordinário crescimento. A atratividade dos preços das *commodities* e a expansão da economia de diversos países emergentes redundaram em forte aporte de investimentos na indústria de mineração. Observa-se a aplicação de investimentos voltados à exploração mineral, na busca de novos depósitos minerais e em projetos de empreendimentos mineiros produtivos, em vários países, entre eles o Brasil. Os grandes produtores de bens minerais, como USA, Canadá, Austrália, China, Brasil, Rússia, Índia, Chile e África do

Sul, são os maiores beneficiados por essa expansão, e essa tendência deve persistir durante os próximos 15 anos (SOUZA, 2010).

A mineração no exterior, de um modo geral, foi desenvolvida de forma mais homogênea do que no Brasil, ocorrendo uma transição entre os métodos manuais, semimecanizados e mecanizados de lavra, com a introdução paulatina das novas tecnologias. Nessa transição, foram desenvolvidos os diferentes métodos de lavra a céu aberto e em subsolo que hoje dominam as operações e os equipamentos que integram as principais atividades de lavra, incluindo as operações de limpeza, preparação, perfuração, detonação, escavação, carregamento e transporte de minério. Novas tecnologias de avaliação de reservas e planejamento de lavra foram desenvolvidas a partir do advento da computação. A teoria geoestatística passou a ser reconhecida como atributo primordial na avaliação dos recursos e reservas (SOUZA, 2010).

Diversos *softwares* de planejamento de lavra e avaliação de depósitos incorporaram a geoestatística e algoritmos, que facilitaram e melhoraram o desenho de cavas. A visualização em três dimensões tornou mais fácil o planejamento e a compreensão do comportamento dos depósitos minerais. Os principais países que atuam de forma decisiva e participam intensamente do mercado mundial de bens minerais são: USA, Canadá, Austrália, África do Sul, Chile, Rússia, China e Índia. Merecem destaque, também, pelo grande desenvolvimento tecnológico, os países escandinavos Suécia e Finlândia, onde foram registrados grandes avanços no planejamento de lavra em larga escala, de equipamentos de perfuração, carregamento e transporte em subsolo e de automação (HILDEBRANDO *et al.*, 1998).

Cinco substâncias respondem por aproximadamente 80% de toda produção mineral brasileira: petróleo, ferro, gás natural, pedra britada e ouro. No entanto, se retirarmos petróleo e gás natural, a relação de substâncias para atingir esse mesmo patamar de produção mineral, considerando-se o valor da produção, sobe para 11: ferro, areia, pedra britada e cascalho, alumínio, ouro, calcário, níquel, água mineral, rocha fosfática, caulim e carvão mineral (Tabela 2.1). O ferro, com produção ROM da ordem de 260 milhões de toneladas/ano, é a principal substância lavrada no Brasil, seguida pelos agregados de construção, areia e brita, com 250 milhões de toneladas/ano (SOUZA, 2010).

Tabela 2.1 - Valor da produção mineral brasileira comercializada (AMB, 2005).

Substância	Valor anual (R\$)
Ferro	7.259.584.317,00
Pedras britadas e Cascalho	2.249.079.431,00
Areia	2.435.465.321,00
Alumínio	1.204.538.030,00
Ouro	1.122.641.011,00
Calcário	1.013.059.046,00
Níquel	837.024.528,00
Água Mineral	648.558.037,00
Rocha Fosfática	608.857.156,00
Caulim	605.352.136,00
Carvão Mineral	424.428.761,00
Total da Produção Nacional	22.859.633.960,00

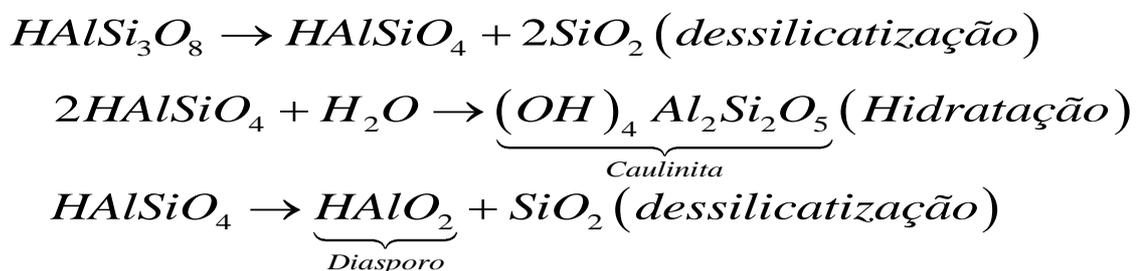
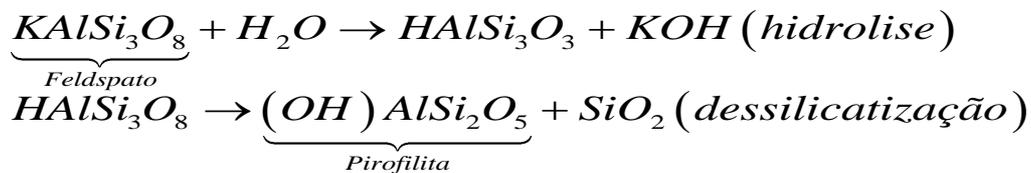
Os principais avanços científicos e inovações tecnológicas na mineração, nos países de maior tradição mineira, estão relacionados com a intensa mecanização e automação das operações de lavra, tanto a céu aberto quanto em subsolo. O desmonte de rochas a céu aberto caminha para a adoção de grandes diâmetros de perfuração, diminuindo assim a quantidade de furação e o custo associado. Os explosivos do tipo *blends* tendem a predominar, sendo que o carregamento deverá ser efetivado a partir de caminhões com bombeamento do explosivo para os furos de detonação e com operação de um único homem. Este comandará o enchimento dos furos e a mescla de explosivos, essencialmente ANFO e emulsões, a partir dos quais se fará o explosivo do tipo *blend*. A adoção de detonadores eletrônicos fará com que a iniciação dos fogos seja feita com maior precisão, melhorando, de um modo geral, a fragmentação e os problemas ambientais (ruído e vibração) (SOUZA, 2010).

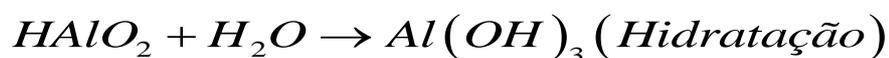
Equipamentos de grande porte foram adotados em céu aberto provocando os seguintes efeitos: redução da quantidade de caminhões, diminuição da mão-de-obra, aumento da produção e produtividade, acompanhado de uma significativa redução de custos, tornando esses países mais competitivos no mercado internacional. No Brasil, devido a dificuldades pontuais, mesmo em minas de grande e médio porte, a adoção de caminhões de menor porte ou rodoviários adaptados tem sido uma prática usual (SOUZA, 2010).

2.4.1 – Argilas Cauliníticas

Os argilominerais são de dois tipos, Argilo Minerais Residuais ou Hidro-termais e Argilo Minerais Sedimentares.

Argilas Residuais são encontradas no mesmo local da rocha da qual derivou, são denominadas residuais, muito embora, em cerâmica, o termo argila primária também seja aplicado. Supõe-se que as argilas residuais, na sua maioria, sejam formadas por uma série de reações causadas pela percolação de água subterrânea através da massa, ajudada por outros fatores de intemperismo como, por exemplo, o congelamento. Essa água contém CO₂ dissolvido a partir do Ar e ácidos orgânicos provenientes da vegetação. Contudo não evidencia de que esse processo, etapa por etapa, ocorra na natureza. Além disso, muitas das fases podem ocorrer simultaneamente. Há também boa evidência de migração considerável pela transferência química e coloidal de uma parte do depósito para outra. As diferentes fases hipotéticas do processo são mostradas nas equações apresentadas a seguir:





A pureza da argila residual depende da natureza da rocha matriz, do estágio final de alteração da quantidade de impurezas removidas e da quantidade de impurezas trazidas aos depósitos. Até os caulins residuais mais puros contêm considerável quantidade de rocha inalterada e não é raro obter apenas 10% de argila pura de um depósito residual. Algumas argilas residuais são consideradas como sendo derivadas da dissolução de calcários originalmente contendo argila como impurezas. Outras originam-se da desintegração de folhelhos.

As argilas sedimentares são formadas principalmente de siltes e são provenientes de níveis mais elevados, lavados e transportados até lagos e lagoas. Muito embora alguma caulinizacão possa ter ocorrido antes ou durante o transporte, a principal alteraçã ocorre após o sedimento haver depositado pelo mesmo processo geral descrito para argilas residuais. Esses depósitos sedimentares contêm muito menos areia e menos fragmentos de rocha do que argilas residuais porque, por classificacão natural, somente as frações mais finas são depositadas.

As Argilas sedimentares são geralmente encontradas em regiões pantanosas, por isso têm um elevado teor de matéria orgânica. A alteraçã dos sedimentos finos foi, sem dúvida, acelerada pelos ácidos orgânicos provenientes da alteraçã dessa matéria orgânica.

Argilas associadas a camadas de carvão são derivadas de siltes depositados em pântanos antigos nos quais se desenvolvem a vegetaçã que deu origem ao carvão. Tem havido muita discussã a respeito da elevada pureza de algumas dessas argilas.

Folhelhos argilosos são de origem sedimentar e têm composicão variável. São duros e muitas vezes contêm o argilo-mineral illita. Embora alguns sejam bastante puros, do ponto de vista do teor de argilo-minerais, a maioria deles contêm considerável quantidade de minerais de ferro.

2.4.2 – Classificacão dos Argilos-Minerais

A classificacão é baseada na estrutura cristalina da argila, classificam-se em: amorfas e cristalinas.

As argilas amorfas apresentam o grupo da alofana-alofanita $x Al_2O_3 \cdot y SiO_2 \cdot z H_2O$. As argilas cristalinas classificam-se de duas formas, que são: tipo duas camadas

(estrutura em lâminas composta de unidades com uma de tetraedro de silício e outra de octaedro de alumínio), e as cristalinas tipo três camadas (estrutura em lâminas composta de duas camadas de tetraedros de silício e uma central dioctaedral ou trioctaedral), cristalinas de camadas mistas e tipos de estrutura em cadeia.

As argilas cristalinas tipo duas camadas apresetam o grupo equidimensional (grupo da caulinita: caulinita, nacrita, anauxita, etc) e o grupo alongada grupo da haloisita: haloisita). As argilas tipo de três camadas são subclassificadas com relação ao retículo expansivo e não expansivo. As que apresentam o retículo expansivo são subclassificadas em: equidimensional (grupo da montmorilonita: montmorilonita, sauconita, etc.) e alongada (grupo da montmorilonita: nontronita, saponita e hectorita). As argilas cristalinas tipos de três camadas de retículo não expansivo são representadas pelo grupo da ilita.

Estudando os sedimentos argilosos por meio de seus diagramas de diferenciação pelo raio-x, reconheceram os seguintes minerais argilosos:

- I) grupo da caulinita: caulinita, diquita, nacrita e hauxita;
- II) grupo da montmorilonita: montmorilonita, beidelita e nontronita;
- III) grupo da haloisita- metahaloisita: haloisita e metahaloisita;
- IV) IV) grupo da ilita: ilita e glauconita;
- V) V) minerais argilosos ricos em magnésio: sapiolita e atapulgita;
- VI) VI) alofanas: alofanitas;
- VII) VII) micaclorita, óxidos e hidróxidos, hidragilita (gibsitita), diáspora e boemita.

Como a caulinita é argilo-mineral mais frequente encontrado na natureza e como a crisolita e as montmorilonitas são tecnologicamente muito importantes, uma descrição mais detalhada será feita desses argilo-minerais.

O argilo-mineral caulinita é formado pelo empilhamento regular de camadas 1:1 em que camada consiste de uma folha de tetraédros de SiO_4 e uma folha de octaédros $\text{Al}_2(\text{OH})_6$, também chamada folha de gibsitita, ligadas entre si em uma única camada, através de oxigênio em comum dando uma estrutura fortemente polar. A fórmula estrutural da cela unitária é $\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ e a composição percentual: SiO_2 - 46,54%; Al_2O_3 - 39,50%; H_2O - 13,96%. Praticamente não existem substituições por cátions dentro da estrutura cristalina (Weiss e Range, 1966), a qual é eletricamente neutra; os íons alumínio ocupam dois terços das posições octaédricas (dioctaédricas) para neutralizar as cargas residuais dos silicatos. As folhas tetraédricas e octaédricas são

contínuas nas direções dos eixos cristalográficos a e b e estão empilhadas umas sobre as outras na direção do eixo cristalográfico c (HILDEBRANDO *et al*, 1998).

Numa caulinita do tipo denominado “bem cristalizada” (isto é, com ordem no eixo b) existe um empilhamento regular das folhas unitárias; os planos entre as camadas 1:1 são um plano de clivagem, mas essa clivagem não é fácil devido às ligações ou pontes de hidrogênio entre as camadas, uma vez que existe uma folha de íons hidroxila numa das faces da camada e uma folha de íons oxigênio na outra camada imediatamente abaixo sem haver interações iônicas; em todos os argilo-minerais, as camadas sucessíveis estão de tal maneira que os íons O e OH estão em pares, opostos um ao outro, de modo a formar uma ligação hidrogênio, OH-O, que também recebe o nome especial de “ligação hidroxila” (HILDEBRANDO *et al*, 1998).

Na caulinita do tipo bem cristalizada, os ângulos da cela unitária permitem uma sequência de empilhamento em que as unidades de caulinita se acham imediatamente umas sobre as outras, isto é, regularmente ao longo do eixo b, mas estão deslocados de uma distância $a/3$ ao longo do eixo a. Este tipo de caulinita, bem ordenado e bem cristalizada é constituída por lamelas ou placas de perfil hexagonal, que refletem o caráter pseudo-hexagonal da estrutura da caulinita, devido ao arranjo das unidades constituintes das folhas de silicato e de hidróxido de alumínio. Difração de raio- x de película orientadas dessas placas mostram que as faces hexagonais são os planos cristalográficos basais (001); a espessura das placas é geralmente muito menor que o diâmetro das faces hexagonais; daí resulta a morfologia anisométrica das partículas de caulinita (HILDEBRANDO *et al*, 1998).

2.5 - REAÇÕES DE ESTADO SÓLIDO NA SINTERIZAÇÃO (VITRIFICAÇÃO E FORMAÇÃO DE MULITA)

O material na sinterização deve possuir um teor de vidro suficiente em baixa viscosidade na temperatura de formação, com o intuito de preencher a maioria dos poros e reter os gases formados; a presença do NaOH na lama vermelha é responsável pela maioria da fase vítrea formada, através das reações de vitrificação (formação de fase amorfa) (BRINDLEY e NAKAHIRA, 1958).



As reações de vitrificação são responsáveis pela redução dos poros na estrutura dos materiais cerâmicos. Esta etapa da transformação de fase nestes materiais segundo MORTEL e HEIMSTADT (1994) é influenciada diretamente pela redução da viscosidade da fase vítrea, que é favorecida pela presença de metais alcalinos como o sódio e o potássio. A Figura 2,1 mostra que há uma concentração mais intensa de fase vítrea em algumas regiões, que coincidem com a maior presença de Na, nas mesmas, sendo áreas bastante representativas das etapas de sinterização, com a formação da fase vítrea e consequente redução da viscosidade da mesma, a qual é responsável pela ocupação do vazio da estrutura, gerando a redução na porosidade e como consequência um aumento na resistência mecânica do material.

A microestrutura do material após a remoção da camada vítrea é mostrada na Figura 2.1, na qual se evidencia a formação de grande quantidade de fase vítrea, principalmente para temperatura acima de 1200°C, o que está de acordo com MORTEL e HEIMSTADT (1994) que mostram a dependência da resistência mecânica com a viscosidade da fase vítrea.

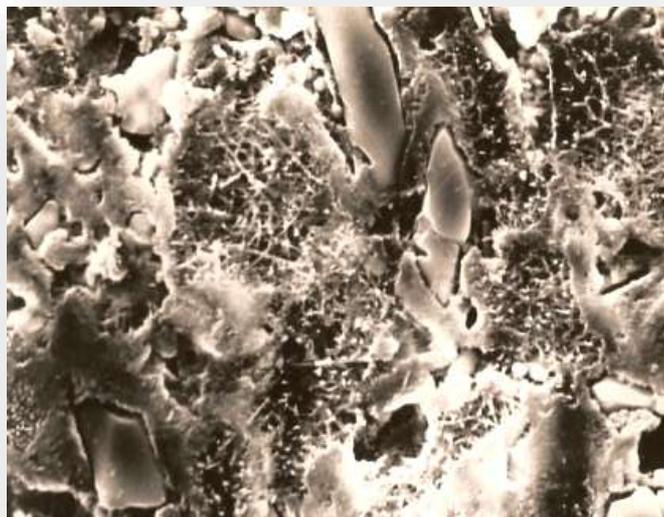


Figura 2.1 - Imagem da microestrutura do agregado sintético enfatizando a grande quantidade de fase vítrea retirada e a consequente formação de mulita secundária devido à baixa viscosidade alcançada nesta região.

O modelo de sinterização utilizado possui como mecanismo principal: a transferência de massa como função da difusão no estado sólido, que pode ocorrer através de diferentes mecanismos como mostra a Figura 2.2. O modelo abaixo resume a questão, através de um modelo clássico de transferência de massa onde a temperatura é

fator preponderante para a difusão. Tal mecanismo pode ser estendido para a sinterização de materiais cerâmicos.

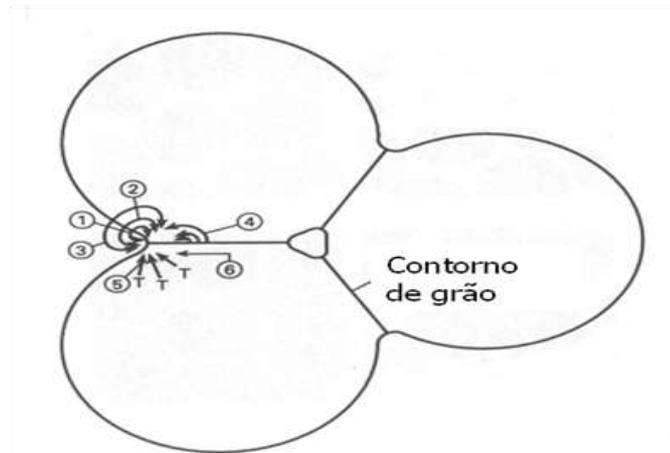


Figura 2.2 - Modelo de sinterização destacando o mecanismo de difusão em material policristalino: (1) difusão superficial; (2) difusão volumétrica; (3) evaporação-condensação; (4) difusão volumétrica; (5) difusão volumétrica na fronteira de grão; (6) difusão no contorno de grão. Onde: a = raio da partícula e x = raio do pescoço.

Fonte: NORTON (1973).

2.5.1 - Reações de Formação de Mulita

A formação de mulita é fundamental para a resistência mecânica do material cerâmico. A reação



é responsável pela formação de mulita secundária (de morfologia acicular). Esta fase é a grande responsável pela melhoria nas propriedades mecânicas dos materiais cerâmico que juntamente com a fase amorfa irão determinar as características mecânicas do mesmo (HILDEBRANDO *et al.*, 1998).

A mulita secundária se forma normalmente em uma reação exotérmica (que para o caso da caulinita acontece a 1250°C), porém, as impurezas presentes na argila utilizada na cerâmica vermelha, principalmente, o Na, K, Ca, e o Fe podem antecipar bastante a formação deste componente. Para o caso das misturas utilizadas na cerâmica vermelha, estas transformações deverão acontecer entre 1050 e 1150 °C. Neste caso, estas transformações podem ser observadas pelas análises de difratometria de raios-X e a análise da microestrutura, como mostrado na Figura 2.3. Alguns materiais cerâmicos

principalmente na indústria de cerâmica vermelha, antes da temperatura de transformação característica da caulinita em mulita a 1200°C, apresenta fases de meta caulinita e mulita a baixo de 1050 °C mesmo com porosidade elevada, Figura 2.3 (a e b), para as misturas de diferentes argilas cauliniticas a presença de fases vitria vista sem ataque, porem micrografia da Figura 2.3 (c), evidencia após a remoção da fase vítrea a intensa presença de mulita secundária de morfologia acicular (HILDEBRANDO et. al, 1998).

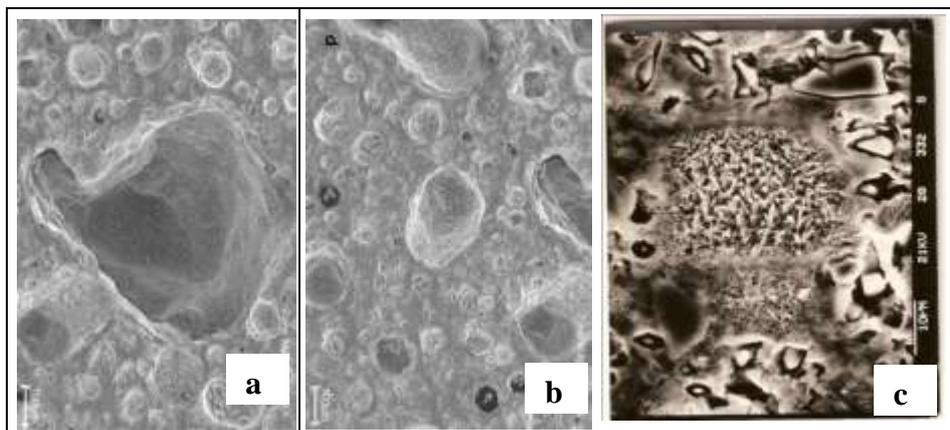


Figura 2.3 - Mostra a diferença de porosidade entre os materiais sinterizados a 1000°C (a) e a 1050°C (b), a micrografia da figura (C) representa o material da figura (b), com a retirada da fase vitrie, mostrando a presença de mulita secundaria.

As reações de estado sólido ocorridas nos fornos utilizados na indústria de cerâmica vermelha são normalmente controladas na faixa de temperatura de 1000 °C até 1050 °C, para uma exposição de aproximadamente 12 h de queima na maior temperatura. Este procedimento leva a produção de um mínimo de quantidade de mulita secundaria que sera formada para produzir um material cerâmico com o mínimo de resistência mecânica cerca de 20 MPa para os blocos vazados por exemplo, para atender a legislação vigente (SOUZA, 2010).

2.6 - PRODUÇÃO DE CERÂMICA VERMELHA NO BRASIL

Muitos autores vêm abordando a questão do desenvolvimento do trabalho com cerâmica vermelha no Brasil, a matéria-prima necessária para a produção de bens, seus materiais constituintes, bem como a busca por melhoramento de tijolos, telhas, vasos e outros insumos que possuem demanda no mercado consumidor (ABC, 2004).

A indústria cerâmica desempenha importante papel na economia do país, com participação estimada em 1% no PIB (Produto Interno Bruto). A evolução das indústrias brasileiras, em função da abundância de matérias-primas naturais, fontes de energia e disponibilidade de tecnologias embutidas nos equipamentos industriais fez com que diversos tipos de produtos do setor atingissem um patamar apreciável nas exportações do país (SOUZA, 2010).

Em função de diversos fatores, como matérias-primas empregadas, propriedades e utilização dos produtos fabricados, os diversos segmentos que compõem o setor cerâmico possuem características diferentes, e podem ser classificados da seguinte forma: cerâmica branca, cerâmica vermelha, cerâmica de revestimento, materiais refratários, isolantes térmicos, cerâmica de alta tecnologia/ cerâmica avançada e outros como fitas, corantes, abrasivos, vidro, cimento e cal (OLIVEIRA e MAGANHA, 2006).

Morais e Spoto (2006), afirmam que uma pesquisa na indústria de cerâmica vermelha no estado de Goiás e Distrito Federal aponta o uso de frequentes temperaturas de queima inferiores a 950 °C, já nas cerâmicas brancas essa temperatura é de temperatura mínima de 1200 °C.

BITENCOURT (2004), em seu trabalho “Utilização de matéria-prima alternativa na fabricação de tijolos de argila branca e vermelha” diz que a análise microestrutural permitiu verificar que os tijolos com resíduo ficam melhor sintetizados porque há um melhor fechamento dos poros e presença de fissuras resultantes da melhor retração, comprovando os resultados da análise térmica e dos ensaios mecânicos. Também foi possível verificar qualitativamente que as fases formadas sobre ambos os tijolos (com e sem resíduo) são similares.

De acordo com MELLO *et al.* (2011), as argilas apresentam uma enorme gama de aplicações, tanto na área de cerâmica como em outras áreas tecnológicas. Pode-se dizer que em quase todos os seguimentos de cerâmica tradicional a argila constitui total ou parcialmente a composição das massas. O processo de intercalação de argilas propicia um aumento da área específica e do volume de poros em relação ao material de partida. Diversos estudos comprovam a eficiência das argilas em processos adsorptivos e catalíticos, sendo que as mais comuns empregadas em estudos de adsorção são as do grupo da esmectita, principalmente a montmorilonita.

Nos estudos de PÉREZ *et al.* (2011), no Rio Grande do Sul, por exemplo, segundo dados fornecidos por um relatório de pesquisa efetuada pelo Sindicato das Indústrias de Olarias e de Cerâmicas para a Construção no Estado do Rio Grande do

Sul (SINDICER/2008), existem em torno de 800 empresas que atuam nesse setor, a maioria caracterizada por ter um gestor fundador (93,2 %), o que indica serem empresas de origem familiar. Quanto ao Licenciamento Ambiental, o relatório informa que 24,3% das empresas não o possuem, 19% o solicitam e 4% solicitam a sua renovação. De acordo com o relatório, no que se refere à situação legal das jazidas, apenas 52,4% delas são licenciadas. Quando questionadas sobre seus conhecimentos das normas técnicas da ABNT que regem o setor, 52,4% das empresas responderam não ter conhecimento sobre as normas, o que é um fator preocupante, pois isso pode colocar em risco a qualidade final do produto.

Atualmente, o setor de cerâmica estrutural é o objeto de intensa pesquisa, tendo em vista o aproveitamento de várias das propriedades físicas e químicas de um grande número de materiais, além da possibilidade de proporcionar melhoria na qualidade e da produtividade por meio da redução de perdas. Nesse contexto, o conhecimento do comportamento das propriedades tecnológicas do produto final é de suma importância para a definição da utilização do material (PÉREZ *et al.*, 2011).

O setor de cerâmica vermelha utiliza, basicamente, a argila comum em que a massa é tipo monocomponente (MOTTA *et al.*, 2001). A composição granulométrica das massas e seus respectivos campos de aplicação devem ser previstos tecnicamente. Porém, observa-se, na prática ceramista de muitas empresas no RS, a utilização da classificação granulométrica da massa de forma empírica, simplesmente baseada na experiência do cerâmico prático (PÉREZ *et al.* 2011).

O setor de cerâmica vermelha utiliza a chamada massa monocomponente, composta, basicamente, só por argilas, isto é, não envolve a mistura de outras substâncias minerais (caulim, filito, rochas feldspáticas, talco e rochas calcáreas), como em outros segmentos da indústria cerâmica, casos das louças de mesa e sanitários. (JUNIOR *et al.*, 2005)

Para SANTOS (2003), no que tange a matéria-prima, o setor de cerâmica vermelha, em Campos dos Goytacazes (RJ), utiliza na sua base somente argila comum e pode ser denominada de simples ou natural. A massa ideal é obtida, em geral, com base na experiência acumulada visando uma composição ideal de plasticidade e fusibilidade, facilitando o manuseio e propiciando resistência mecânica durante a queima ou cozimento (ARAGÃO, 2011). De acordo com a Associação Brasileira de Cerâmica – ABC (2011) a preparação da massa é feita, geralmente, por meio da mistura da argila gorda com uma magra.

GOMES E SOUZA (2010) em seu estudo afirma que no Rio de Janeiro, polos ceramistas mais importantes são o de Itaboraí, o de Três Rios e o de Campos dos Goytacazes, este o maior em número de empresas e na produção de peças. Utilizando o polo de cerâmica do Norte Fluminense como objeto de pesquisa, SOUZA (2003), indicou uma metodologia de análise da dinâmica competitiva em arranjos produtivos locais por meio de uma abordagem evolucionária que envolve identificar e caracterizar padrões competitivos dos arranjos em três grupos distintos, líderes, intermediárias e retardatárias e caracterizar as empresas com tais padrões. Entre os métodos sugeridos pelo autor para futuras pesquisas na caracterização de tais padrões competitivos, no nível operacional, estão o mapeamento, a modelagem e a simulação de processos (GOMES e SOUZA, 2010).

SILVA (2009), diz que as regiões sul e sudeste, com maior diversidade demográfica, atividade industrial e agropecuária, melhor infraestrutura e distribuição de renda, apresentam a maior concentração de indústrias de todo os segmentos cerâmicos. Deve-se considerar, ainda, a proximidade de jazidas e matérias-primas, além de disponibilidade de energia, centros de pesquisa, universidades e escolas técnicas. No entanto, a região nordeste tem apresentado crescente desenvolvimento, em especial nos setores da indústria e turismo. A demanda por edificações e instalações industriais tem crescido de maneira acentuada, aumentando, conseqüentemente, a demanda por materiais cerâmicos, em especial dos ligados à construção civil como tijolos, telhas, entre outros.

O estado do Pará é conhecido por possuir diversas regiões ricas em argilas de origem sedimentar dentre estas regiões destacam-se a do Baixo Tocantins. Nesta região, no município de Bacarena, localiza-se uma fábrica de produção de alumina que gera em seu processo industrial a lama vermelha. Uma das grandes possibilidades de utilização desta é na mistura com a argila para a fabricação de produtos da indústria de cerâmica estruturais tais como telhas, tijolos, ladrilhos de piso, etc (HILDELBRANDO, SOUZA e NEVES, 1999).

Para MACIEL *et al.* (2011), a produção de cerâmica vermelha (tijolos e telhas) constitui-se umas das principais atividades econômicas dentro do cenário produtivo brasileiro, tendo em vista a sua participação fundamental na movimentação do mercado da construção civil nacional. Trata-se de um setor produtivo com diversas cerâmicas espalhadas pelos estados brasileiros, e que produz anualmente cerca de 2,5 bilhões de peças. Contudo, diante da existência de um mercado consumidor que por razões

históricas é o maior do Brasil, a concentração nacional das indústrias ceramistas está localizada na região sudeste (ANICER, 2010).

Atualmente espera-se que implantação e implementação do processo da qualidade nas indústrias cerâmicas devem atender aos procedimentos e controles em todas as etapas do processo de fabricação, visando também, a reciclagem das micro e pequenas empresas (olarias) familiares que se tornarão com o tempo, empresas modernas, integradas ao Sistema de qualidade preconizadas pelas normas ISO 9000, reduzindo desperdícios e controlando seus processos produtivos, LOSSO E ARAÚJO (1994).

Em face da configuração da indústria nacional de cerâmica, a região Norte emerge como importante ator dentro do cenário de fabricação de tijolos e telhas, tendo uma participação considerável na produção mensal, a qual está estimada em 114 milhões de peças e que gera, segundo dados do Sebrae, cerca de 10 mil empregos diretos e indiretos (SEBRAE, 2010).

2.7 - PRODUÇÃO DE CERÂMICA VERMELHA NO AMAZONAS

A população de cerâmica vermelha amazonense vem aumentando concomitantemente com a demanda por moradias. A demanda por insumos utilizados na construção civil no estado também é crescente. No caso da construção civil, o tijolo é material básico usado na construção de casas e edifícios. Na ótica de Maciel et. al. (2011), desde o início da década de 1990 a Amazônia tem sido palco de intensas transformações no setor produtivo vinculadas a uma nova divisão internacional do trabalho. No bojo dessas mudanças desencadeadas, sobretudo por um arranjo reestruturativo da economia capitalista, observa uma onda de introdução de práticas globais de organização do trabalho.

No que diz respeito ao Estado do Amazonas, a produção de cerâmica vermelha está concentrada nos municípios de Manacapuru e Iranduba, os quais fazem parte da Região Metropolitana de Manaus. Entretanto, este último, tradicionalmente apresenta-se como principal polo oleiro-cerâmico do estado, com um total de 25 olarias instaladas (MACIEL, 2010). De acordo com TRINDADE (1999), esta concentração deve-se a relação de proximidade que o município tem em relação à capital amazonense e a grande disponibilidade de argila de alta qualidade que é a principal matéria-prima desse ramo de atividade econômica.

Com isso, as olarias do estado ganham destaque. Na visão de PINHEIRO (2013), o polo Cerâmico-oleiro do Amazonas, composto pelo município de Iranduba e Manacapuru tem como principal produto o tijolo de oito furos, que é o mais empregado na construção civil, sua produção chega a 12 milhões de peças por mês. Conforme os dados do Sindicato das Indústrias de Olarias do Amazonas publicado pelo Jornal do Amazonas em tempo (2012), existe no Polo Cerâmico-oleiro do Amazonas quase 6 mil trabalhadores envolvidos em atividades direta e indiretas, formais e informais.

Para MACIEL (2010), foi o SEBRAE que selecionou três empresas oleiras para que fossem pioneiras na introdução de novas tecnologias dentro da estrutura produtiva oleira. No planejamento delineado, esse conjunto de elementos industriais seria implementado em outras olarias à medida que fosse se estabelecendo uma nova cultura organizacional no ramo oleiro-cerâmico da região Metropolitana de Manaus.

A introdução de novas tecnologias vem proporcionando melhorias de algumas atividades, tornando o trabalho menos exaustivo possibilitando o aumento da produção para as indústrias do setor cerâmico-oleiro (PINHEIRO, 2013). MACIEL (2010) diz que o processo de inovação tecnológica em Iranduba-AM ainda é muito recente tendo iniciado em 2005 apenas em duas empresas. O processo de inovação tecnológica apesar de se reverterem em possível aumento de lucro, exigem investimento financeiro que nem sempre está ao alcance de seu proprietário. Por outro lado as máquinas começam a substituir o trabalho humano ou requisitar menor quantidade de trabalhadores, o que produz desemprego e relações de trabalho instáveis (PINHEIRO, 2013).

Nas instalações das indústrias, os trabalhadores se organizam em volta dos maquinários: da maromba, dos fornos. Primeiro levam o barro até o caixão alimentador, dali o barro é conduzido até a esteira e é conduzido até a modelagem em formato de tijolos ou blocos, dependendo da forma introduzida na máquina. É pertinente assinalar que em Iranduba nem todas as olarias possuem secador, algumas fazem o processo de secagem de modo natural, ou seja, aguardam o sol e o vento agirem sobre as peças de tijolos (PINHEIRO, 2013).

As indústrias do município de Iranduba ainda usam lenha e pó de serragem como material de queima dos fornos. Não há por enquanto nenhuma indústria adaptada ao uso do gás natural. Todavia há no município um ponto de distribuição que poderia estar sendo utilizado para o abastecimento dos fornos. Em outros estados brasileiros esta já é uma tecnologia bastante empregada para a produção em larga escala e tem demonstrado enormes vantagens em relação ao uso da lenha e do pó de serragem, tais

como: diminuição do desperdício na produção final devido a temperatura ser mais homogênea e constante; não requer espaço para a estocagem; operação mais segura, desde que aplicadas as normas pertinentes; os riscos são bem menores de ser atingidos pela falta de matéria-prima; maior controle no processo produtivo; produção mais limpa pois o gás natural é uma substância que não produz óxido de enxofre e reduz na ordem de 40% a emissão de óxido de nitrogênio responsável pela chuva ácida e destruição da camada de ozônio e diminui a emissão de CO₂ responsável pelo efeito estufa etc. (KAWAGUTI, 2004).

Na visão de OLIVEIRA E MAGANHA (2006) monóxido de carbono (e dióxido de carbono): o CO surge a partir da combustão da matéria orgânica presente no material cerâmico, especialmente da dissociação térmica dos carbonatos de cálcio e magnésio durante a queima, além do próprio combustível (principalmente no caso de óleos).

Para PINTO *et al.* (2012), as indústrias de cerâmicas do Estado do Amazonas possuem grande representatividade na economia local e a falta de material para a geração de queima tem se apresentado como um dos maiores entraves desse setor. Por outro lado, com o advento do gasoduto Coari-Manaus essa limitação parece tender a uma solução definitiva. No entanto, os empresários desse setor ainda se mostram receosos quanto ao uso dessa nova tecnologia, em virtude dos prováveis investimentos que de ser realizados na mudança da matriz energética. Nesse sentido, a Embrapa tem realizado experimentos de plantios no uso de espécies nativas de *acácia mangium* para a produção de lenha a esse setor.

2.8 - PRODUÇÃO E DEMANDA DE TIJOLOS EM OLARIAS

A década de 90 se configurou como o período de consolidação da indústria brasileira de revestimento cerâmico no mercado nacional, fez com que o volume de produção de 1998 atingisse 400 milhões de metros quadrados representando um faturamento de R\$ 2 bilhões. (ANFACER, 1999).

A produção é toda transformação da natureza da qual resulta bens de consumo que vão satisfazer as necessidades do homem dando uma nova combinação aos elementos da natureza.

De acordo com FERNANDES (2012), a produtividade é a relação entre os produtos obtidos e os fatores de produção empregados na sua obtenção.

SILVA (2009), diz que a produção mineral brasileira, a extração de argilas, em geral, fica aquém apenas de agregados para a construção civil (areia e brita) e de ferro. O país tem grandes jazidas de minerais industriais e polos de produção nas regiões sudeste e sul, com o setor em expansão no nordeste, alavancado pela construção civil de empreendimento imobiliários voltados especialmente para o turismo.

A produção de tijolos segue o mesmo padrão em todas as empresas de cerâmicas, nas quais existem custos diretos e indiretos. Segundo DUTRA (2003), os custos diretos e indiretos são classificados de acordo com a possibilidade de alocação de cada custo diretamente, a cada tipo diferente de produto e de função de custo, e de acordo com a impossibilidade de alocação no momento da ocorrência de custo.

MARTINS (2009), diz que a aplicação dos custos aos produtos feitos ou serviços prestados e não à produção em geral ou dos departamentos dentro da empresa, pode ser direto ou indireto. Assim as definições de cada um desses custos são:

- **Gastos diretos:** são os custos que podem ser diretamente apropriados aos produtos, como: materiais consumidos, horas de mão de obra utilizadas etc.
- **Gastos indiretos:** são os custos que não oferecem condições de uma medida objetiva como exemplos pode ser o aluguel, salário da supervisão e das chefias.
- **Custos variáveis:** são aqueles que variam de acordo com o volume de produção, logo materiais diretos são custos diretos.

Por exemplo, nas olarias existem gastos desde a retirada da matéria-prima onde o caminhão recolhe a argila da jazida que foi retirada com a retroescavadeira é levada para o local de armazenamento, e vai diretamente para o processo de produção nas máquinas.

Depois de produzidos os tijolos são levados até o endereço do consumidor. Mas, se o consumidor optar por levar o produto, em seu próprio transporte a empresa negocia ofertando-lhe bons descontos no preço da quantidade de produto comprado. “Negociação é um processo social básico utilizado para resolver conflitos toda vez que não existam regras, tradições, fórmulas ou poder de uma autoridade superior (MIRANDA, 1999)”.

FISCHER E URY (1985), definem negociação “como sendo um processo de comunicação bilateral com o objetivo de chegar a uma decisão conjunta”. Dependendo da oferta, o desconto as vendas podem aumentar nas empresas. De acordo com Matos

(1989), “negociação importa em acordo, e sim, pressupõe a existência de afinidades uma base comum de interesses que aproxime e leve as pessoas a conversarem”.

ALMEIDA (2014) colabora dizendo que a contabilidade de custos gera informações para auxiliar a empresa nas tomadas de decisão. Uma dessas informações é a respeito de quanto custou para a empresa a produção de um produto ou da prestação de um serviço. Com essa informação a empresa pode calcular seu resultado ou preço mínimo que devemos cobrar pelo seu produto. Para encontrar o custo de uma produção devemos identificar quanto custou o produto. Uma ferramenta para isso é o uso dos métodos de custeios, como o custeio direto, custeio-padrão, custeio por absorção, ABC, RKW, etc., que permitem a apuração de custo aos bens e serviços.

Segundo o Guia técnico ambiental da indústria de cerâmica vermelha (2013), nesse setor, ainda existe a necessidade de reduzir as perdas no processo de produção, melhoria das condições de trabalho e redução dos impactos ambientais decorrentes do processo, uma vez que insumos como matéria-prima e energia são empregados, recursos humanos são necessários e resíduos são gerados e lançados ao ambiente.

De forma genérica, na produção de cerâmica, existem fases comuns para todos os tipos de produtos, que vão desde a retirada da argila nos barreiros, seu transporte para as olarias, moldagem e secagem dos produtos, até a queima nos fornos, sendo esta última a fase que requer melhor conhecimento e habilidade, pois pode comprometer todas as etapas anteriores (GOMES e SOUZA, 2010). Todas estas fases duram em média, de 8 a 14 dias, pois há uma significativa variação de acordo com a época do ano, fazendo com que no período de chuvas, a secagem seja mais demorada, até duas vezes mais que no verão (GOMES, 2009). Acarretando na falta do produto e conseqüentemente no aumento dos preços.

2.9 - PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO AMBIENTAL

A crescente degradação das bacias hidrográficas evidencia a necessidade de se viabilizar um planejamento ambiental que garanta efetivar a resolução dos problemas e conflitos existentes, bem como a melhoria da qualidade de vida da sociedade. O planejamento para posterior exploração dos recursos naturais disponíveis torna-se fundamental a qualquer empresa, visto que a maioria dos recursos explorados são do tipo não-renováveis devendo-se evitar a poluição e degradação em alto grau. O grau de deterioração pode apresentar determinada dimensão na qual o ambiente consegue-se

recuperar espontaneamente ou pela resiliência, sua capacidade de se restabelecer após ter sofrido um desequilíbrio. (SANCHES, 2010).

Diante da questão preocupante em utilizar os recursos e ao mesmo tempo preservar o meio ambiente, o planejamento e gerenciamento ambiental leva as empresas exploradoras de recursos a ter mais responsabilidade e compromisso com o ambiente. O Gerenciamento ambiental corresponde a uma etapa posterior ao planejamento, sendo que suas funções estão atreladas à aplicação, administração, controle e monitoramento das alternativas delimitadas no planejamento (SANTOS, 2004).

Para FRANCO (2001), no contexto atual, o planejamento ambiental assume o papel estratégico de garantir a preservação e conservação dos recursos naturais e, conseqüentemente, garantir a sobrevivência da sociedade.

A preocupação com a poluição do meio ambiente iniciou-se na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, realizada em Estocolmo, em 1972, no relatório intitulado “Uma Terra Somente”. Ao discutirem o preço da poluição do qual o mundo começa a se conscientizar.

No Brasil, o estado a se preocupar com o controle de poluição foi o Rio de Janeiro, em 1975, e em seguida São Paulo, em 1976, os quais estabeleceram suas próprias legislações:

Considera-se poluição qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria e energia resultantes das atividades humanas que direta ou indiretamente:

I-seja nociva ou ofensiva à saúde, à segurança e ao bem-estar das populações;

II-crie condições inadequadas de uso do meio ambiente para fins públicos, domésticos, agropecuários, industriais, comerciais e recreativos;

III-ocasiona danos à fauna, à flora, ao equilíbrio ecológico, às propriedades públicas e privadas ou à estética;

IV-Não esteja em harmonia com os arredores naturais (RIO DE JANEIRO, 1975).

Considera-se poluição do meio ambiente a presença, o lançamento ou a liberação nas águas, no ar ou no solo, de toda e qualquer forma de matéria ou energia, com intensidade em quantidade, de concentração ou com características em desacordo com as que forem estabelecidas em decorrência desta lei, ou que tornem ou possam tornar as águas, o ar ou o solo:

I-impróprios, nocivos ou ofensivos à saúde;

II-inconvenientes ao bem estar público;
III-danosos aos materiais, à fauna e à flora;
IV-prejudiciais à segurança, ao uso e gozo da propriedade, e às atividades normais, da comunidade (SÃO PAULO, 1976).

Nesse contexto, a Lei Federal nº 6.938/1981 que estabelece a Política nacional do Meio Ambiente, a poluição é definida como:

[...] a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) crie condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetem e desfavoravelmente a biota;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1981).

A Constituição Federal de 1988 estabeleceu em sua matéria ambiental a criação de competências legislativas que viabilizou o fortalecimento do Sistema Nacional do Meio Ambiente, dando a União, os Estados e os Municípios capacidade de criar leis em complemento aos pressupostos constitucionais de proteção ao meio ambiente de acordo com interesses gerais, regionais e locais.

Para colaborar com o uso ordenado do solo e recursos naturais e evitar maiores danos existem órgãos de monitoramento e controle como o Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM), que tiveram suas atividades de controle Ambiental no Estado iniciadas no ano de 1978, na Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral- SEPLAN, executadas pela Comissão de Desenvolvimento do Estado do Amazonas- CODEAMA.

A primeira Lei de Política Ambiental do Estado do Amazonas foi publicada em 1982 (Lei 1.532), seguindo os passos de novos processos de conscientização sobre o meio ambiente no Brasil. Em 1989 foi criado o Instituto de Desenvolvimento dos Recursos Naturais e Proteção Ambiental do Estado do Amazonas - IMA/AM, tendo na execução da Política Ambiental uma das suas finalidades quando inicia um processo de controle ambiental mais sistemático.

Mas, é com a criação do IPAAM em 14 de Dezembro de 1995, que substituiu o IMA/AM, que ocorre o grande avanço da questão ambiental no Estado, pois é o IPAAM

quem coordena e executa exclusivamente a Política Estadual do Meio Ambiente. A partir de fevereiro de 2003, o IPAAM passou a ser vinculado à Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SDS), portanto órgão executor da Política Ambiental do Estado do Amazonas. Em suas atividades de Controle Ambiental estão o Licenciamento, Fiscalização e o Monitoramento Ambiental.

De acordo com GONÇALVES (2015), o Licenciamento Ambiental é definido como procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental compete licenciar a localização, a instalação, a ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetivas, ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental.

A exploração dos recursos naturais por empresas de qualquer porte dentro do Estado do Amazonas necessita estar em consonância com a orientação do IPAAM. Estão sujeitas ao seu monitoramento e orientação, a exploração das jazidas de argilas comumente usadas na produção de cerâmica vermelhas em todo território amazonense. O monitoramento torna-se importante, visto que a cada ano o setor da construção civil vem aumentando a demanda de insumos como tijolos, telhas, lajotas, fundamentais no campo de pequenas e grandes obras em alvenaria que dominam as áreas urbanas. O crescimento das áreas urbanas requer um planejamento adequado que na visão de Silva é importante não somente para evitar o comprometimento do solo, mas também para garantir a qualidade de vida das pessoas que residem dentro de uma área urbana (cidades ou grandes bairros), pois ele permite tanto a criação quanto o desenvolvimento de programas que melhoram diversos aspectos, como educação, saneamento básico e destinação dos resíduos sólidos, dentre outros. Claro que esse processo é mais efetivo quando as ações são executadas antes do aumento da população local, mas isso não impede que o planejamento seja executado quando a população já habita os grandes centros urbanos (SILVA, 2014).

CAPÍTULO 3

ESTUDO DE CASO DAS TRÊS INDÚSTRIAS CERÂMICAS DE TABATINGA-AM

3.1 - DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Tabatinga deriva do povo de São Francisco Xavier de Tabatinga, fundada na primeira metade do século XVIII por Fernando d Costa Ataíde Teives, que para ali transferiu um deslocamento militar do Javari (mas ao sul nas fronteiras do Brasil e Perú), estabelecendo um posto de guarda de fronteiras entre domínios do Reino de Portugal e Espanha. Também como postos militares de fronteira foram criados mais tarde (década de 30 do século XX), do lado brasileiro, Vila Ipiranga e Vila Bittencourt, os dois outros pontos povoados de maior expressão.

A palavra Tabatinga tem origem indígena que no tupi significa barro branco de muita viscosidade, encontrados no fundo dos rios e na língua tupi-guarani quer dizer casa pequena.

Geograficamente o Município de Tabatinga situa-se na Região Norte do Brasil, a oeste do Estado do Amazonas, sua sede municipal está situada nas coordenadas geográficas: 04° 15' 09''S (Latitude Sul) e 69° 56' 17''W (Longitude Oeste), à margem esquerda do Rio Solimões, pertence à microrregião do Alto Solimões. Está a uma distância em linha reta da Capital Manaus de 1.105 km e 1.607 km por via fluvial. Pertence á Bacia do Amazonas, sendo banhada pelo Rio Solimões e pelos igarapés Takana, Santo - Antônio, Brilhante, Barrigudo, Urumutum e Buritizal, Carvalho et. al. (2012). O acesso a capital se faz apenas por via área e fluvial. A figura 3.1 mostra a localização de Tabatinga.

De acordo com dados do censo de 2010, Tabatinga possui uma população de 52.272 mil habitantes e ocupa uma área de 3.266, 06 km². Sua densidade demográfica é de 16,2hab/km². Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2010).

Tem os seus limites assim definidos: Ao Norte – com os Municípios de Santo Antônio do Içá e São Paulo de Olivença; Ao Sul – com o Município de Benjamin Constant; A Leste – com a República da Colômbia; A Oeste – com o Município de São Paulo de Olivença, com o marco da cidade na divisa entre Tabatinga e a República do

Peru, o limite se faz pelo curso natural do Rio Solimões que divide os dois países. Com a República da Colômbia, a divisão é por via terrestre com marcos divisório. (CARVALHO *et al.*, 2012).



Figura 3.1 - Localização do Município de Tabatinga.

Fonte: Adaptado de Google Earth e GMapCatcher, por CARVALHO e MARIA TEIXEIRA, Set. 2012.

O município de Tabatinga é uma área totalmente dentro da floresta amazônica, que é a mais importante do mundo, pertencente hidrograficamente à bacia do Rio Amazonas. Os recursos como a argila existente dentro de seu perímetro são importantes para a manutenção da economia local, principalmente no que se refere à produção de tijolos utilizados na construção civil na tríplice-fronteira composta por Tabatinga no Brasil, Letícia na Colômbia e Santa-Rosa no Perú.

Para o estudo foram analisadas três empresas que fazem a extração da argila natural para a produção de tijolos sendo: a olaria de Várzea Alegre, olaria Bom Jesus e a Monte Sinai, as quais serão discriminadas a seguir e podem ser visualizadas nas Figuras 3.2, 3.3 e 3.4.



Figura 3.2 - Olária Várzea Alegre.

Fonte: Google Earth Pro 2015.

A olaria Várzea Alegre está localizada no bairro Rui Barbosa com as coordenadas UTM (unidade transversa de mercator): S 396880,13 e W 9532927,18, perímetro urbana da cidade de Tabatinga. O terreno ocupado pela empresa é de aproximadamente 10 hectares, de onde é retirada a argila utilizada na fabricação de tijolos. CARVALHO *et al.*, (2012) relata que a olaria iniciou suas atividades com o primeiro dono no ano 2000, já em 2005, foi vendida para o atual proprietário, assim, a produção de tijolos nesta olaria já tem quase 16 anos.

A empresa conta com 32 trabalhadores que estão diretamente ligados ao processo de produção na olaria, possui um total de três fornos sendo que dois deles comportam 23 mil tijolos e no terceiro cabem 35 mil peças do tamanho 20 x 20 cm.

CARVALHO *et al.*, (2012) afirma que o galpão central tem aproximadamente 1.390 m² de área, tendo nele os fornos, base da extrusora, escritório e área de primeira secagem. O galpão secundário compreende uma área de 205 m², onde tem o caixão alimentador e área de estoque da argila, o terceiro galpão com a área de 350m², serve de estoque dos produtos, materiais energéticos e garagem.



Figura 3.3 - Olária Bom Jesus.
Fonte: Google Earth Pro 2015.

Localiza-se na Rua Perimetral Norte - I na Comunidade Bom Jesus que fica na zona urbana da cidade cujas coordenadas UTM são: S 397112,54 e W 9533284,24. Sua área de extensão é de aproximadamente 15 hectares.

A Olaria Bom Jesus começou suas atividades de extração em 1999, e está com 13 anos em atividade, segundo a co-proprietária que é esposa do proprietário da mesma (CARVALHO *et al.*, 2012)

A exploração da jazida de argila para a produção de tijolos acontece no próprio terreno. São retiradas da jazida 25m³ (vinte e cinco metros cúbicos) de argila no período da manhã e tarde.

Possui um total de 45 funcionários, atuando 8 na máquina, 8 no forno para enchê-lo, 4 motoristas, 4 ajudante de motorista, 6 queimadores, 4 trabalhando no transporte da madeira do município de Benjamin-Constant para Tabatinga, 3 funcionários atuam no escritório, 8 são carregadores.

O galpão central tem aproximadamente 1.547 m² de área, que compreende o escritório, base da extrusora, estufa de primeira secagem e área reservada pra estoque do produto recém saído da extrusora. O galpão secundário tem 297 m² de área, onde tem o caixão alimentador e área de estoque da argila, também é usado como garagem. Os galpões de primeira secagem e estoque são três com área de 470 m², coberto de lonas transparentes e prateleiras para melhor secagem dos tijolos. O galpão dos fornos com 215 m² comporta três caieiras (fornos) e área de depósito dos materiais energéticos, (CARVALHO *et al.*, 2012).

Atualmente a olaria tem cinco fornos com as seguintes capacidades de tijolos 20 x 20 cm: 01 com vinte um mil; 02 com vinte cinco mil e os outros 02 com vinte sete mil.

A produção diária é de seis mil tijolos (6.000), semanalmente produz-se trinta mil (30.000), e cento e vinte mil (120.000) ao mil ao mês.

Nesta fábrica, não existe uma pessoa para fazer o controle do que é produzido. Existe apenas o registro da quantidade e preços de tijolos vendidos.



Figura 3.4 - Olaria Monte Sinai.
Fonte: Google Earth Pro 2015.

Esta olaria situa-se na Rua Perimetral Norte – I na Comunidade de Bom Jesus e sua coordenada UTM é: S 397585,92 e W 9533242,89.

CARVALHO *et al.* (2012), diz que a olaria Monte Sinai começou suas atividades no município de Tabatinga em 2000, e estar com 12 anos em atividades, segundo o gerente da empresa. A área construída compreende os galpões e as caieiras (local utilizado para a queima de tijolos) que representa uma pequena parcela do terreno sendo a maioria da área reservada para a exploração da argila.

A área de exploração da jazida é de aproximadamente 16 hectares, área essa que já foi quase toda utilizada para a retirada da argila, possui 34 funcionários trabalhando frequentemente na produção, pois conta com a ajuda de empilhadeira diminuindo a quantidade de funcionários necessários para carregar as peças tanto para a secagem como para a queima devido a utilização de paletes. Na fábrica de cerâmica existem quatro fornos do tipo abóboda.

O galpão central tem uma área de aproximadamente 2.585 m², com 10 metros nas bordas laterais em coberturas de telhas transparente, que serve de estoque para a primeira secagem, nele tem o escritório, base da extrusora e área reservada para o estoque do produto recém saído da extrusora. O galpão secundário tem 325 m² de área, onde tem o caixão alimentador e área de estoque da argila, também é usado como garagem, o galpão dos fornos possui 630 m² comporta três caieiras, e a área de depósito da lenha, (CARVALHO *et al.*, 2012).

É a pioneira na fabricação de tijolos de cimento, iniciou em 2015 produzindo pequenas quantidades que estão sendo utilizadas pelo proprietário em algumas construções em uma de suas propriedades para fins de testagens, mas já disponibiliza do produto para a venda, mostrando a preocupação do mesmo em oferecer um produto alternativo de qualidade para a construção civil de Tabatinga, visto que a jazida de argila de sua área de exploração é pequena e escassa tendo que oferecer ao mercado novas alternativas que atendam as necessidades dos consumidores da construção civil.

Essa fábrica é a que tem a menor área disponível para a retirada da matéria-prima, a argila. Por isso, há certa preocupação em continuar atuando no mercado oferecendo um produto que substitua o que vem sendo fabricado há décadas, mas que por escassez da argila no seu estado natural, está disponibilizando ao consumidor o tijolo de cimento. Apesar da vantagem da inovação do produto, o preço em relação ao tijolo comum difere bastante, visto que grande parcela da produção é iniciada a partir da necessidade do cliente, pois como o custo do produto final é maior, há certa restrição do consumidor em adquiri-lo. Contudo, o tijolo de cimento traz para o proprietário da obra uma economia nas despesas com cimento e areia para o reboque no retoque final da

obra, com menor desperdício o consumidor tende a ganhar tempo e economizar também na mão-de-obra e sair satisfeito em relação a todos os aspectos relatados.

Nesta empresa também não existe um controle do que é produzido diariamente. Fazer o controle da produção torna-se indispensável a qualquer empresa para que esta tenha base de quantidades fabricadas e vendidas. Esses dados darão base para o empresário sobre quando deve aumentar ou diminuir a quantia produzida, a renda, os gastos e por fim, o lucro durante determinados períodos.

3.2 - DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Esse estudo propõe uma análise no sistema produtivo das olarias de Tabatinga-AM a fim de auxiliar na tomada de decisões na melhoria da produção e da qualidade dos produtos fabricados nas respectivas empresas.

As empresas de cerâmica estrutural vermelha no Brasil vêm caminhando na contramão dos processos da qualidade de produção a devido inúmeros fatores de ordem exclusiva do setor, destacando-se a não exigência pelos consumidores de produtos conformes, padronizados e com qualidade (PIZZETTI, 1999).

É importante salientar que todos os insumos e serviços ligados a cadeia produtiva da construção civil devem possuir a certificação, sendo que, o setor da cerâmica vermelha é o que possui maior dificuldade para se adequar as normas técnicas (ABNT, 1985, 2000), pertinentes a esses produtos, devido à complexidade das características destas empresas (PASCHOAL, 2004),

Desta forma, procurou-se compreender o funcionamento do Setor de cerâmica vermelha no município investigando a matéria-prima utilizada e seus percentuais de sílica, porosidade aparente, absorção de água e tensão de ruptura da flexão.

Tendo em vista, esses aspectos, por que não há literaturas voltadas para esse setor de produção? Como se dá a produção e o comércio de cerâmica vermelha em Tabatinga? Existem tijolos alternativos sendo produzidos para o caso da escassez da argila? Quantas empresas atuam no município para atender a demanda da construção civil? Quais as tecnologias empregadas na produção? Como se dá a relação dos funcionários com a produção nesse setor? Como vem sendo trabalhado as questões ambientais envolvendo as olarias?

Para isso, torna-se indispensável o estudo voltado para a engenharia da produção que traga ao cenário atual esses fatores de relevância ímpar para a sociedade que responda a esses questionamentos e dê base para novas pesquisas colaborando para o desenvolvimento científico. A ampliação de estudos que colaborem com a melhoria do setor oleiro de Tabatinga, possui grande relevância na economia e construção civil local. Nesse intuito, buscou-se acompanhar de perto como funciona o sistema produtivo das olarias em questão. Para ARAGÃO (2011), “esse é um setor que necessita de maiores investimentos no estudo do planejamento da produção, pois grande parte das cerâmicas do município fabrica as peças sem nenhum ou quase nenhum planejamento”.

As empresas foram selecionadas por ser uma das poucas indústrias onde podemos observar a transformação da matéria-prima em outro produto na cidade de Tabatinga que vem alavancando o setor econômico e da construção civil da tríplice fronteira (Brasil-Colômbia-Perú). Além disso, constatam-se diversas mudanças na área da construção civil, uma vez, que a população tem buscado cada vez mais os produtos fabricados para construção de casas, muros, edifícios e etc.

As olarias em estudo fabricam tijolos 20x20, tijolos 30x20, tijolos 40x20, tijolos maciços, lajota e comungou. Cabe ressaltar que os tijolos 20x20 é o produto mais fabricado em todas as empresas e os demais produtos são elaborados em menor escala ou em quantidades sobre encomenda, pois a procura por estes é menor. O processo para a fabricação e o tempo de processamento dos tijolos é igual, diferenciando-se apenas no tamanho do mesmo, e no caso do tijolo maciço altera-se a forma da prensa.

3.3 - COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada no período de abril de 2014 a janeiro de 2016, com conversas informal com os funcionários e proprietários das empresas.

Apenas uma das empresas faz o controle de entrada e saída de produto, anotando em uma folha de A4 o que é produzido e em um livro ata o que é vendido, depois são lançados no computador para fazer um balanço mensal da produção. Nesta empresa, temos a presença de uma conferentista que anota a quantidade do produto fabricado e do produto tirado para a venda diariamente.

As outras duas empresas realizam o controle apenas do produto vendido para fazer a prestação de contas.

Percebe-se que existe uma grande variabilidade na quantidade de peças produzidas por dia nas olarias, apesar de ser produzido o mesmo produto e com o mesmo tempo de produção. “Isso se dá por causa das variáveis: qualidade da matéria-prima, falta de treinamento dos funcionários, falta de manutenção nos equipamentos, falta de planejamento da produção e picos constantes de energia” (ARAGÃO, 2011).

3.4 - PRODUÇÃO DE TIJOLOS NO MUNICÍPIO DE TABATINGA-AM



Figura 3. 5 - Perímetro das três olarias.

Fonte: Google Earth Pro 2015.

Nas olarias para fazer a exploração das jazidas de argilas primeiramente acontece a avaliação da área do terreno, por um geólogo, seguidos de autorização do órgão competente. Na avaliação da área é desprezada a parte mais superficial do solo. São retiradas a vegetação e parte do solo mais exposta ao sol, à chuva e agentes biológicos. Se a retirada desses organismos não forem feitas de forma adequada e a argila permanecer com muitas impurezas o processo de fabricação dos tijolos será mais lento, pois terão que ser retirados durante o processamento nas máquinas, podendo até danificar as mesmas.

Após determinada a área e retiradas quase todas as impurezas, a matéria prima (argila) é coletada com retroescavadeira e transportada nos caminhões caçamba até o local de armazenamento na olaria.

No caso específico das olarias da região do Alto Solimões, a argila não necessita repouso para ser usada na fabricação de tijolos. A argila é posta em uma área coberta (galpão) na forma de morros nos quais são feitos cortes verticais e das pontas para o

centro do morro com uma pá mecânica. E colocadas diretamente para o processo de fabricação de tijolos nas máquinas: caixão alimentador, cortador automático, maromba a vácuo, desintegrador, esteira, laminador e bomba a vácuo, cortador.

A Grande vantagem do sazonalidade está presente na uniformidade e plasticidade da matéria-prima estocada. Quando não existe o sazonalidade, alguns materiais acabam funcionando como materiais magros na maromba, (MÁS,2002).

Na indústria cerâmica tradicional, grande parte das matérias-primas utilizadas é natural e obtida por mineração. Desta forma, a primeira etapa de redução de partículas e de homogeneização das matérias-primas é realizada na própria mineração, sendo que após esta fase a matéria-prima ainda deve ser beneficiada (desagregada ou moída), classificada de acordo com a granulometria e muitas vezes também purificada na indústria cerâmica (OLIVEIRA e MAGANHA, 2006).

Na empresa C faz-se a mistura do barro vermelho com o branco utilizando a retro-escavadeira bem antes de pôr na máquina para que se obtenha maior liga na mistura. Nas demais empresas vão se fazendo a mistura na hora de pôr na máquina, onde se tem uma pá mecânica de barro branco para duas ou três de vermelho. De acordo com OLIVEIRA E MAGANHA (2006) a garantia da homogeneidade da composição da massa depende do peso seco de cada matéria-prima envolvida, sendo necessário portanto o controle de umidade dos componentes. Os diferentes tipos de massas são preparados de acordo com a técnica a ser empregada para dar forma às peças.

Essas misturas não possuem uma quantidade bem definida em nenhuma das fábricas. Em todas elas é um mistura feita a partir do conhecimento empírico dos trabalhadores, que já por terem anos de experiência no ramo fazem a mistura de forma que eles pensam ser a mais adequada.

Esse tipo de atitude pode influenciar na qualidade dos produtos fabricados dando mais resistências, flexibilidade, dureza a uns e outros não, causando uma despadronização que poderá dar um aproveitamento de maior ou menor escala do produto final.

Os tijolos saídos da máquina já cortado são organizados em carrinhos de mão, em duas das empresas, em outra em paletes, depois são empilhados para a secagem ao natural.

Em uma das empresas existem exaustores que ventitam o ar quente dos fornos e até os tijolos e também ventiladores que colaboram no processo de secagem dos tijolos.

Durante a secagem ao natural muitos tijolos apresentam certas trincas. Para os empresários, isso ocorre por causa do barro que às vezes é muito arenoso.

Para a secagem ao natural os tijolos levam de quatro a sete dias dependendo das condições do tempo no local, que varia muito na região por ter um clima equatorial com características quente e úmido. Após esses dias o tijolo é arrumado no forno que é fechado e colocado fogo para aquecer durante um dia no fogo baixo, dois dias no fogo alto e mais um para resfriar. No processo de resfriamento dos fornos são usados ventiladores a fim de acelerar o processo. No resfriamento do forno, os tijolos começam a ser retirados e colocados em caminhões para ser entregue aos clientes.

Observa-se nas três empresas que cerca de 10% da produção apresenta trincas e se quebram durante a queima. Isso pode ocorrer porque em muitos casos os tijolos colocados nos fornos ainda não estavam secos o suficiente ou até mesmo devido o grande teor de areia do barro, ou ainda pela má administração do fogo na queima.

As olarias reaproveitam todo o produto que é retirado do forno, mesmo aqueles com grandes problemas acabam virando cascalhos que são vendidos aos clientes ou são usados pela própria empresa para tapar buracos nas ruas que dão acesso às olarias que são afetadas constantemente pelo vai e vem das máquinas pesadas como: caminhão caçamba, carros de cargas, pá mecânica entre outros veículos.

A demanda de tijolos vem aumentando a produção a cada ano. Essa atividade econômica requer a argila como matéria-prima que é retirada de seu local de origem devendo ser planejada de acordo com a orientação de órgãos competentes como o IPAAM.

No que tange ao uso da argila, a lavra e seu beneficiamento integram a fase de produção das matérias-primas minerais que são planejadas e executadas em função das informações obtidas na pesquisa do depósito, sendo caracterizadas pelas seguintes operações básicas: extração, estocagem, homogeneização e beneficiamento.

Na produção de tijolos com 08 furos de 20 x 20 centímetros e demais produtos, a argila é o elemento principal, a água é utilizada somente quando necessária. Soares (2001), explica que apesar de a indústria cerâmica vermelha no Brasil ser bastante antiga, seu processo produtivo sofreu pouca evolução tecnológica, ocasionando baixa produtividade e desperdícios para esse campo.

Além de fabricar tijolos de 8 furos, a olaria produz tijolo maciço medindo 10x20, tijolo 30X20, tijolo 20X40, lajota e comungou,. Todos os demais produtos diferentes dos tijolos de 20x20, são produzidos somente via encomenda e a sua

fabricação não é frequente. Na visão de ARAGÃO (2011), o segmento de cerâmica vermelha ou estrutural compreende ampla variedade de produtos de baixo custo, utilizados principalmente na construção civil, tais como telhas, blocos cerâmicos (tijolos e lajotas) e tubos cerâmicos (manilhas), agregados leves, além de cerâmicas diversas para fins ornamentais, culinários e outros.

A produção pode aumentar e diminuir dependendo de condições adversas, pois às vezes acontecem problemas com a maquinaria e até mesmo as mudanças no tempo influenciam na quantidade de peças fabricadas.

Os materiais usados na combustão para a queima do tijolo são: a madeira, pó de serra (resíduos proveniente de madeiras), papelão, caroço de açaí, podas de árvore indesejadas por moradores da cidade. Segundo SILVA (2014), “podemos definir como resíduo qualquer material que sobra após uma ação ou processo produtivo e somente depois de esgotarmos todas as possibilidades com esse resíduo é que podemos defini-lo como lixo”. O uso desses insumos pode indicar uma forma de reaproveitamento da matéria mesmo que seja para a combustão usada na produção de tijolos, visto que descartados no ambiente servirá como atrativos de insetos que podem causar danos à saúde da população.

É uma forma de reciclagem, uma vez que o aproveitamento dos resíduos e a reciclagem são extremamente importantes, pois são capazes de gerar benefícios para o meio ambiente e, conseqüentemente, para a saúde humana. Além disso, essas ações realizadas para os resíduos sólidos geram benefícios para a redução da utilização de aterros sanitários, diminuição dos gastos com transporte dos resíduos, redução da utilização dos recursos naturais e diminuição dos riscos ao meio ambiente gerados pelo acondicionamento desses resíduos (SILVA, 2014).

Com o uso da biomassa da madeira não é necessário fazer derrubadas para atender a fase queima ou cozimento do tijolo. E os resíduos que são reaproveitados colaboram de forma positiva para a manutenção da produção na empresa. De acordo com a Política Nacional de Resíduos (PNRS) define resíduos sólidos como todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornam inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face de melhor tecnologia disponível.

3.5 - MODELO CONCEITUAL

Durante a observação direta do processo produtivo nas olarias percebeu-se que o processo de produção desenvolvido nas mesmas é padronizado, diferenciando-se apenas pela tecnologia utilizada.

Para NORMEY-RICO *et al.* (2003, *apud* ARAGÃO 2011), o processo de fabricação de produtos cerâmicos “tradicionais”, entre os quais podem ser incluídos os pavimentos e revestimentos cerâmicos desenvolve-se normalmente em fases sucessivas, começando com a seleção das matérias-primas, que devem formar parte da composição de partida (argilas, caulins, feldspatos, quartzos e carbonatos) prosseguindo para cada fase de refinamento e preparação da matéria-prima. Após a preparação da matéria-prima segue as etapas: (i) conformação; (ii) corte; (iii) prensagem; (iv) secagem; (v) queima; (vi) estoque; (vii) expedição.

Com base no modelo definido acima, especifica-se a seguir as etapas do processo produtivo da fabricação de tijolos das olarias: extração da matéria-prima, estocagem da matéria-prima, caixão alimentador, desintegrador, misturador, laminador, extrusora, corte, secagem, queima e expedição, de acordo com o fluxograma apresentado abaixo.

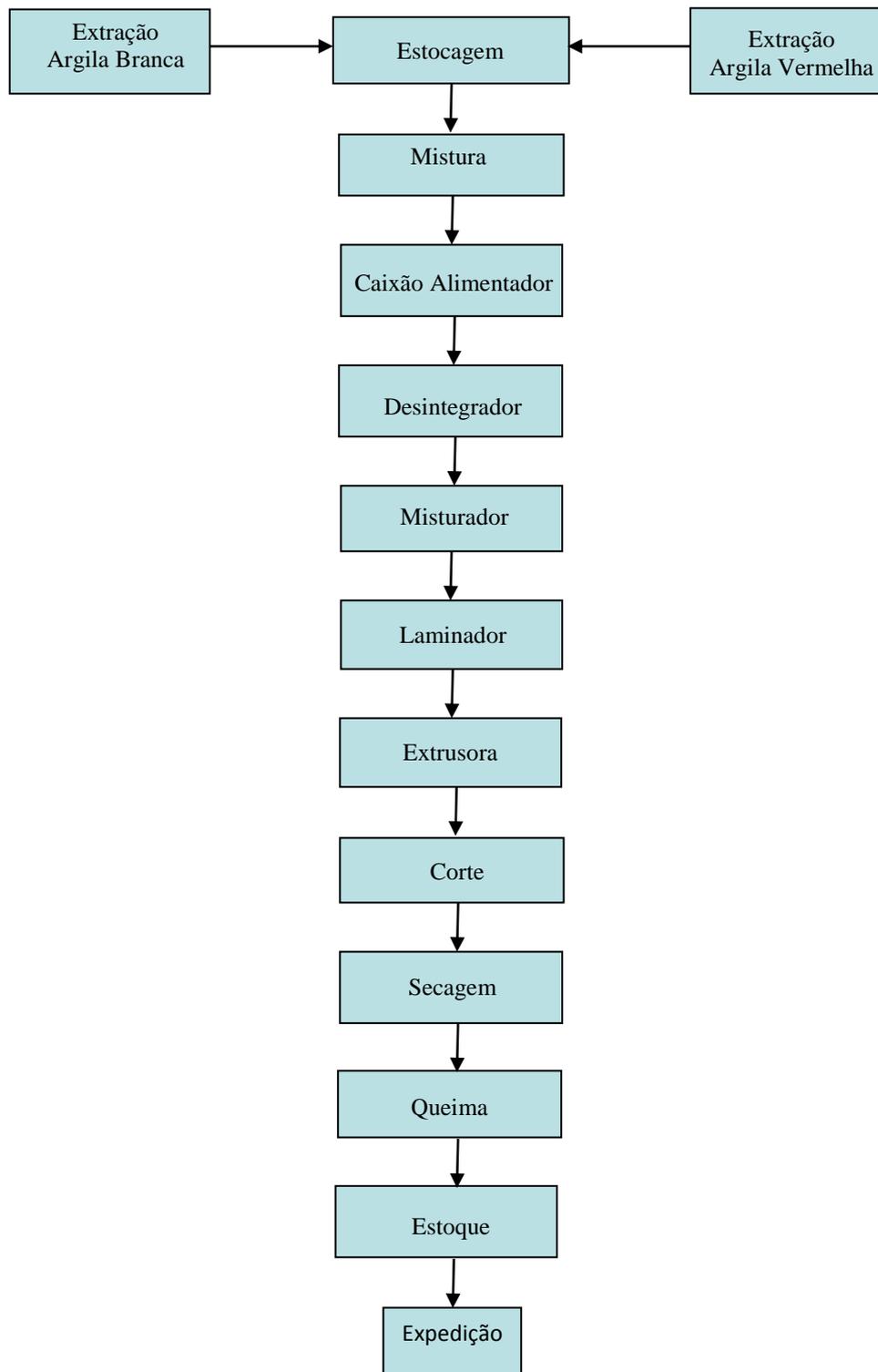


Figura 3.6: Fluxograma do processo de produção.

- **Extração da matéria-prima**

Faz-se a extração da argila das jazidas a céu aberto, que ficam em local próximo as olarias, com a retro escavadeira e transporta-se a matéria-prima em caminhões, como

pode ser observado nas Figuras 3.7, 3.8 e 3.9 que mostram as jazidas das olarias A, B e C.

A localização das cerâmicas é determinada por dois fatores principais: a proximidade de jazidas (em função do volume de matéria-prima processada e da necessidade de transporte de grande volume e peso) e a proximidade dos mercados consumidores (tendo em vista os custos de transporte). Quanto maior o grau de qualidade da argila, maior é a importância assumida por esse fator locacional. Uma empresa localizada longe da jazida somente se justifica quando essa é de qualidade excepcional. (GUIA TÉCNICO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA, 2013).



Figura 3.7, 3.8 e 3.9 - Jazidas das olarias A, B e C.

As impurezas presentes nas argilas podem surgir na fase da extração, quando não são separados materiais como pedras, raízes e calcário, tornando-se necessários os cuidados para que estes materiais não adentrem à linha de produção, ocasionando prejuízos de toda natureza aos equipamentos e ao processo produtivo (RODRIGUES 2002). Na Figura 3.10, observa-se o perímetro onde é feita a retirada de argilas das três olarias de Tabatinga.



Figura 3.10 - Área de retirada de argila das três olarias.
 Fonte: Google Earth Pro 2015 adaptado pelo autor.

PASCHOAL (2004) menciona que no Brasil, a extração de argilas é realizada a céu aberto. O plano de extração normalmente prevê a remoção de estéreis, isto é, a vegetação, o solo arável e outros materiais para locais que não prejudiquem pastagens, agricultura, cursos d' água e estradas. Além disso, em geral, planejam-se a remoção de água do local, o aproveitamento completo da jazida e a formação de bancos (plataformas) que facilitem o transporte. Depois de esgotadas as jazias, esses locais devem ser recuperados para o ressurgimento da vegetação. Isso pode ser feito mais facilmente pela reposição dos solos anteriormente retirados. Os equipamentos normalmente utilizados na extração de argilas são retro-escavadeiras ou escavadeiras, sendo que o transporte de argila da jazida para fábrica é feito em caminhões basculantes.

– **Estocagem da matéria-prima**

As empresas possuem um local coberto na olaria onde é colocado o barro, que em duas das empresas já são misturados no processo de armazenamento, esse barro não fica estocado por períodos determinados para ser usados. Após ser colocada no local de armazenamento a argila já pode ser usada normalmente no processo produtivo. Nas Figuras 3.11, 3.12 e 3.13 aparecem o local onde as empresas A, B e C fazem a estocagem da matéria-prima.

Para o Guia técnico ambiental da indústria de cerâmica vermelha (2013), o barro deve ser armazenado em camadas para facilitar a mistura no momento de sua retirada

das pilhas de estocagem. É importante que a argila passe por um período de descanso para melhorar os resultados na conformação do produto acabado. A preparação de uma boa massa cerâmica é primordial para obter um produto de alta qualidade, reduzir as perdas e melhorar o desempenho ambiental do processo.



Figura 3.11, 3.12 e 3.13 - Estoque de matéria-prima das olarias A, B e C.

PASCHOAL (2004) diz que as indústrias cerâmicas estocam argila a céu aberto por longo período, obtendo-se com isso características adequadas ao seu processo. Essa prática de sazonalidade é muito comum desde a Antiguidade, pois os processos de intemperismo (sol, chuva) provocam o alívio de tensões nos blocos de argila, melhoram sua plasticidade e homogeneizam a distribuição de umidade nesses materiais, entre outros fatores positivos. Os depósitos de argilas nos pátios das indústrias são constituídos de camadas segundo suas características, como, por exemplo, sua plasticidade. A espessura das camadas e sua alternância dependem também dos tipos de argilas e das propriedades desejadas da mistura final. Após um período que pode variar de semanas à alguns anos, as camadas de argilas são cortadas perpendicularmente ao solo. O material então é transportado para dar entrada na linha de produção.

– **Caixão alimentador**

São caixões nos quais são depositadas as matérias-primas para passar pelo primeiro desintegrador na fabricação de tijolos. Após a preparação da mistura e definindo-se a massa final para a produção encaminha-se ao caixão alimentador para sofrer uma desagregação dos grãos por meio de destorreadores e desintegradores, tornando os blocos de argilas em menores dimensões e mais uniformes (CCB, 2001). Abaixo estão as Figuras 3.14, 3.15 e 3.16 que mostram o caixão de cada olaria.



Figura 3.14,3.15 e 3.16 - Caixão alimentador das empresas A, B e C.

– **Desintegrador**

É a máquina que faz movimentos circulares para quebrar torrões e eliminar pedregulhos, como apresenta as Figuras 3.17, 3.18 e 3.19 abaixo.



Figura 3.17, 3.18 e 3.19 - Desintegrador das olarias A, B e C.

– **Misturador**

A função deste equipamento é misturar as diversas argilas de uma composição, bem como a obtenção do índice de umidade desejado. O misturador mais utilizado é normalmente o horizontal com dupla fila de pás em forma de helices. A mistura e amassamento são úteis tanto para a argila repousada e antecipadamente umedecida, como para as argilas que recebem umidade na própria máquina (CCB, 2001). Nessa etapa, a matéria-prima é homogeneizada por meio da adição de água, caso necessário, para obter maior uniformização da massa e plasticidade. No caso das três olarias quase não se utiliza o acréscimo de água, assim a mistura na maioria das vezes é apenas com as argilas branca e vermelha.

OLIVEIRA E MARGANHA (2006) afirmam que as massas ou pastas cerâmicas são constituídas a partir da composição de duas ou mais matérias-primas, além de aditivos e água. Dessa forma, uma das etapas fundamentais do processo de fabricação de produtos cerâmicos é a dosagem das matérias-primas e aditivos, que deve seguir com

rigor as formulações de massas previamente estabelecidas. As matérias-primas devem ser adicionadas em proporções controladas, bem misturadas e homogeneizadas, de modo a conseguir a uniformidade física e química da massa. Nas Figuras 3.20, 3.21 e 3.22 aparecem os misturadores das olarias A, B e C.



Figura 3.20, 3.21 e 3.22 - Misturador das olarias A, B e C.

– **Laminador:**

A massa processada no equipamento misturador é enviada na sequência, por meio das esteiras com velocidade ajustadas, ao equipamento de laminação, com abertura entre os rolos de 0,70mm a 1,00cm, dependendo da consistência da massa de argila que será laminada. Nessa fase, a massa passa por um refinamento ideal com eliminação de elementos nocivos ao produto como os carbonatos e sulfatos (CCB, 2001).

Nessa máquina existem dois cilindros que retiram o ar contido no barro deixando-o mais compactado. Assim, o laminador é o equipamento responsável por esta etapa, que consiste no direcionamento de partículas das argilas, sendo fundamental sua regulagem periódica. É recomendado um distanciamento de 2 a 3 mm para o último laminador. Lembrando que quanto mais fechado estiver o laminador melhor será o direcionamento das partículas. 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 (GUIA TÉCNICO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA, 2013).

Essas máquinas das olarias podem ser visualizadas nas Figuras 3.23, 3.24 e 3.25 a seguir.



Figura 3.23, 3.24 e 3.25 - Laminadores das olarias A, B e C.

– Extrusora

Equipamento responsável por impulsionar o barro para uma câmara de alta pressão, a vácuo, passando pela boquilha, o qual dá forma do produto fabricado. Dependendo do produto a ser produzido essa matriz pode ser trocada. Segundo Guia técnico ambiental da indústria de cerâmica vermelha (2013), a extrusão consiste em forçar, por pressão, a massa a passar através de um bocal apropriado ao tipo de peça a ser produzida. A extrusora, também conhecida como maromba, recebe a massa preparada para ser compactada e forçada por meio de um pistão ou eixo helicoidal através de bocal. Como resultado obtém-se uma coluna extrusada para confecção de blocos ou em tarugos para fabricação de telhas.

Extrusão é o processo pelo qual se dá forma a um produto cerâmico por meio da passagem de massa plástica, ou semifirme, pela abertura da boquilha da marimba. A extrusora tem a função de homogeneizar, desagregar e compactar as massas cerâmicas, dando forma ao produto desejado. Genericamente, é constituída de carcaça metálica, cilíndrica, percorrida internamente por um eixo giratório. A movimentação é fornecida por meio do acionamento de motor elétrico em conjunto com um Sistema de engrenagens ou polias (PASCHOAL, 2004).

As massas pastosas ou semifirmes são colocadas em bocal alimentador e imediatamente levadas por meio de dispositivos propulsores que as comprimem à boquilha que, orientadas, dão conformação aos produtos cerâmicos desejados como tijolos furados, lajes, lajotas e manilhas, bem como tubos, refratários isolantes, massas de secagem e outros. Os dispositivos propulsores podem ser o pistão de cilindro ou propulsor de hélices (CCB, 2001)

Esse equipamento indispensável na fabricação de tijolos pode ser visto nas Figuras 3.26, 3.27 e 3.28 logo abaixo:



Figura 3.26, 3.27 e 3.28 - Extrusora das olarias A, B e C.

Dentre os problemas originados durante o processo de extrusão, a maior parte é decorrente da fabricação imperfeita das boquilhas. Outro fator é a variação de velocidade da massa que está dentro da extrusora. O ideal seria a saída da massa com velocidade igual em todas as cavidades do bocal. O atrito produzido pelas paredes laterais é sempre maior daquele produzido no centro, portanto, a massa sai mais rápido no centro do que pelas laterais, CCB (2001).

– **Corte**

Com finos cabos de aço, previamente colocado os tamanhos desejados, esse equipamento corta os blocos cerâmicos de acordo com as dimensões dos produtos fabricados. O corte pode ser feito com cortadores manuais ou automáticos, sendo usado para dar a dimensão desejada ao produto. As peças cortadas podem ser retiradas manualmente ou automaticamente. Depois de cortadas, por inspeção visual, as peças são selecionadas e encaminhadas para o setor de secagem. Já as peças defeituosas são reintroduzidas na etapa de preparação de massa, (GUIA TÉCNICO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA, 2013).

As máquinas de corte das olarias A, B e C são apresentadas nas Figuras 3.29, 3.30 e 3.31 a seguir.



Figura 3.29, 3.30 e 3.31 - Máquinas de corte das olarias A, B e C.

CCB (2001) revela que os cortadores utilizados para dar a dimensão desejada à massa extrudada. São denominados cortadores manuais e automáticos. Ao sair da boquilha, a massa se movimenta sobre o transportador de rolo, que é geralmente de material plástico duro. Os fios cortadores são esticados em um quadro móvel, espaçados de acordo com a medida desejada. Efetua o corte transversalmente ao bloco de massa que passa sobre os roletes.

No momento da retirada do tijolo após o corte a atenção é fundamental, pois qualquer manuseio brusco dos tijolos que ainda estão moles e com grandes porções de água pode estraviar a peça tendo que ser enviada de volta para a extrusora para que seja feito o retrabalho, atrasando todo processo produtivo.

– **Secagem**

Existem dois tipos de secagem utilizados pelas cerâmicas: natural e artificial. Nas olarias estudadas essa secagem se dá de forma natural. Após serem cortados os blocos são organizados em pequenos montes para secarem ao natural por um período de 03 a 07 dias dependendo da temperatura ambiente para diminuir o teor de umidade.

MÁS (2002c *apud* PASCHOAL e SALES, 2003) afirma que o ciclo natural de secagem pode variar entre 2 a 8 dias em função do tipo de argila envolvida e dependendo também da temperatura ambiente e da ventilação. Na secagem artificial, quando as peças se apresentam com os poros muito fechados, a secagem dura entre 50 a 60 horas.

Em uma das empresas existe uma área destinada à secagem que possui ventiladores e um exaustor, que suga o ar quente dos fornos e por meio de valas tipo túneis, cobertos feitos no chão com aberturas em lugares estratégicos que espalham o ar quente ajudando na secagem de tijolos.

Duas das olarias tem galpão com cobertura feita de lonas transparente, que funcionam como estufa, onde são armazenadas as cerâmicas para secarem, segundo os proprietários esse tipo de cobertura ajuda na secagem de forma que a torna mais rápida, pois aumenta a temperatura ambiente daquele local, principalmente quando o clima está quente, no caso de dias ensolarado.

Na terceira olaria, a cobertura da área de secagem é feita de zinco e a estrutura é bem maior, sendo que existe uma empilhadeira para arrumar os paletes com os tijolos.

TAPIA (2000, *apud* PASCHOAL, SALES, 2003) recomenda que para garantir melhor desempenho dos secadores, na fase de secagem é necessário seguir algumas condições:

- Não formar pilhas com mais de 5 peças;
- As peças deverão ser dispostas na diagonal, invertendo sempre a posição das pilhas;
- A disposição das pilhas deverá obedecer à posição do sol e do vento para que os mesmos incidam de forma uniforme em todas as peças.

O material após a secagem fica sensível a choques, portanto deve-se evitar os solavancos e trepidações, principalmente no transporte manual, e o excesso de carga nos carros. É também recomendável que o material seja encaminhado o mais rápido possível para o forno, pois a argila tem o poder de reabsorver a umidade contida no ar, deixando o material fraco (GUIA TÉCNICO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA, 2013).

Paschoal e Sales (2003) salientam que se nesta fase a velocidade da evaporação da água superficial for maior do que a velocidade de migração da água do interior da peça, a continuidade do fluxo migratório para a superfície se interrompe. Desta forma, enquanto a superfície está seca, no interior da peça podem ser ocasionadas fissuras e rupturas. O ciclo da secagem também influencia na umidade com a qual o material parte para a queima (umidade residual).

O galpão de secagem das olarias A, B e C pode ser visualizado nas Figuras 3.32, 3.33 e 3.34.



Figura 3.32, 3.33 e 3.34 - Galpão de secagem de tijolos das olarias A, B e C.

BORRONI e CHIARA (2000) dizem que na secagem o controle do processo é muito importante, pois ocorre nesse momento a evaporação da água superficial e a retração que deve ser uniforme em toda peça.

PATIRE NETO (1994) relata que na secagem natural podem também surgir outros tipos de defeitos além da má condução da secagem e das trincas. Ou seja, o empenamento das peças nas grades, pela extrusão defeituosa, por pancadas de vento e outros fenômenos decorrentes de falhas na produção.

– **Queima**

A realização da queima ou cozimento é conhecida como a fase final do processo de fabricação de tijolos. A fonte de energia utilizada para a queima são restos de madeira e restos de sementes de açaí. Para SANTOS (2014), biocombustível é a energia recuperada a partir da biomassa, matéria orgânica que podem ser divididos em três grupos: lenha, resíduos orgânicos e culturas cultivadas para serem convertidas em combustíveis líquidos.

Os produtos semi-secos são arrumados nos fornos para serem submetidos a queima e obterem características e propriedades desejadas

- **Tipos de fornos**

Existem vários tipos de fornos que podem ser utilizados em uma olaria e sua escolha depende da eficiência de produção que se pretende alcançar, do investimento que o proprietário deseja fazer e do combustível acessível e disponível para a prática da queima. Os fornos podem ser classificados como intermitentes ou contínuos. Fornos intermitentes: forno caieira, forno paulistinha (retangular), forno abóboda ou redondo, forno vagão e forno metálico. Fornos contínuos: Forno *hoffmann* e forno túnel.

Os tipos de fornos usados nas empresas de cerâmicas de Tabatinga são os intermitentes: o forno paulistinha (retangular) e o forno abóboda ou redondo. Em duas das olarias estudadas existem os dois tipos de fornos citados. E a terceira dispõe apenas do forno abóboda.

Na operação de queima as peças adquirem suas propriedades finais. Esse tratamento térmico é responsável por uma série de transformações físico-químicas das peças como: perda de massa, desenvolvimento de novas fases cristalinas, formação de fase vítrea e a soldagem (sinterização) dos grãos. Os produtos são submetidos a temperaturas elevadas, que para a maioria dos produtos situa-se entre 800° C a 1.000° C, em fornos contínuos ou intermitentes que operam em três fases: - aquecimento da temperatura ambiente até a temperatura desejada; - patamar durante certo tempo na máxima temperatura da curva de queima; - resfriamento até temperaturas inferiores a

200° C. (GUIA TÉCNICO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA, 2013).

O ciclo de queima compreendendo as três fases, dependendo do tipo de produto e da tecnologia empregada, pode variar de algumas horas até vários dias. Uma combustão é completa quando todo o combustível for queimado e a quantidade de ar para realizá-la for exata. Desta forma, no processo de queima, é importante que o excesso de ar seja controlado, pois o mesmo rouba o calor da combustão e aumenta o consumo de combustível (GUIA TÉCNICO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA, 2013).

No caso de combustão com falta de ar, a chama apresenta-se com coloração avermelhada, é comprida e larga, apresenta fumaça negra e fagulha incandescente na extremidade, característica da presença de carbono, caracterizando o combustível que não está sendo queimado. Para corrigir este inconveniente, deve-se aumentar gradativamente a entrada de ar, observando a mudança na tonalidade e comprimento da chama, observando também que a fumaça deve perder a coloração negra. (GUIA TÉCNICO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA, 2013).

Na operação de queima, conhecida também por sinterização, os produtos adquirem suas propriedades finais, sendo de fundamental importância na fabricação dos produtos cerâmicos. Da eficiência desta etapa dependem o desenvolvimento das propriedades finais destes produtos, as quais incluem seu brilho, cor, porosidade, estabilidade dimensional, resistência à flexão, ao gretamento, a altas temperaturas, à água, ao ataque de agentes químicos, e outros. Em função desta importância é fundamental o projeto e a instalação correta dos fornos, a fim de garantir uma combustão eficiente (OLIVEIRA e MAGANHA, 2006).

Logo abaixo nas Figuras 3.35, 3.36 e 3.37 estão apresentados os fornos das empresas em estudo, o forno paulistinha (retangular) e o forno abóboda ou redondo.



Figura 3.35, 3.36 e 3.37 - Forno das olarias A, B e C.

Todas as olarias estudadas tem fornos ligados diretamente as chaminés cujo filtros contribuem para diminuir os impactos ambientais e ajuda na dissipação da fumaça tóxica diminuindo os riscos de inalação da mesma pela população do entorno. A adaptação das chaminés pelas indústrias de Tabatinga segue recomendações dos órgãos competentes, caso estas não tivessem feito as adaptações seriam multadas rigorosamente e suas atividades de produção seriam suspensas até a adequação dos requisitos básicos para operar no setor. O IPAAM é o órgão que acompanha e fiscaliza de perto as indústrias do setor de cerâmica vermelha em Tabatinga.

– **Estoque**

Os tijolos ao serem retirados dos fornos são destinados diretamente as entregas pendentes, e poucas vezes ficam produtos para ser estocado e se ficam são poucos, dependendo do período do ano a demanda pode ser maior ou menor. Durante o período observado nas olarias presenciou-se apenas em uma das empresas a estocagem de produtos, o qual pode ser observado na Figura 3.38.



Figura 3.38 - Estoque da olaria A.

Existem duas empresas cujos proprietários possuem loja de materiais de construção e quando há estoque de tijolos, estes ficam em depósito localizados nas respectivas lojas que dispõem de um pequeno depósito ao lado das mesmas. Na outra olaria a venda é feita somente na própria fábrica.

– **Expedição**

Os tijolos são retirados dos fornos e colocados diretamente nas carrocerias de caminhões que ficam localizados nas portas dos fornos para facilitar o carregamento. Como mostra a Figura 3.39.



Figura 3.39 - Caminhão sendo carregado na olaria B.

As peças são inspecionadas no ato da retirada dos fornos pelos funcionários responsáveis por este processo. E quando os tijolos encontram-se mal cozido, ou muito quebradiço, são amontoados em um lugar, ao lado do forno e posteriormente utilizados para vender como cascalho ou são utilizados nas próprias empresas para tapar buracos nas ruas de acesso às olarias.

Um dos maiores problemas do processo de fabricação dos tijolos está na extrusão e corte, devido à fabricação de peças defeituosas. É possível perceber também que durante a retirada de tijolos da esteira e o empilhamento existe uma perda de peças, sendo cerca de 0,15 % e 0,2 % respectivamente. Essas perdas estão relacionadas à presença de pedaços de raízes e pequenas pedras que agarram na extrusora causando defeito no tijolo. Outros fatores importantíssimos causadores de perdas do produto é a falta de qualidade no processo de preparação da matéria-prima e manutenção nas máquinas, (ARAGÃO, 2011).

Nas três empresas, observa-se que é feita uma manutenção superficial de engraxar as máquinas sempre no final de cada dia de trabalho. Quando quebra alguma peça das máquinas é preciso fazer o pedido de São Paulo ou outra cidade e esperar durante dias a chegada da peça. Isso dificulta e atrapalha interferindo bruscamente no processo produtivo da fábrica. Nas vezes que acontece esse tipo de situação os

funcionários são remanejados para fazerem outros trabalhos na própria olaria a fim de agilizar outras situações pendentes no empresa.

Durante o processo de queima dos produtos cerâmicos as olarias utilizam a queima de biomassa (lenha, serragem, cavaco, entre outros), pois suas cinzas podem ser dispostas diretamente sob o solo e não possui especificação de armazenagem (GUIA TÉCNICO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA, 2013). Em Tabatinga os combustíveis usados para a queima de cerâmicas vermelhas são a lenha, pó de serragem, cavacos de madeira, caroços de açaí e caixa de papelão.

3.6 - MÃO DE OBRA

Em relação à mão de obra, as empresas têm seus funcionários fixos e aqueles que são temporários. Estes últimos são contratados quando a olaria aumenta a quantidade da produção, geralmente no período do verão quando a produção é maior. Na visão de CHIAVENATO (2004), “o parceiro mais próximo da organização é o empregado, pois boa parte da riqueza gerada pela organização passa aos empregados sob forma de salários, benefícios sociais e demais encargos deles decorrentes”.

Outro fator que pode influenciar na contratação de emprego temporário é quando as olarias precisam entregar grandes quantidades do produto em data determinada.

Os funcionários trabalham de segunda à sexta-feira sempre de 07: 00h às 11:00h fazem um parada para o almoço e retornam ficando de 13:00h às 17:00h no período da tarde. Aos sábados trabalham somente na parte da manhã. Quando as empresas possuem grandes demandas a ser entregue os trabalhadores fazem hora extra.

Nas três empresas a maior parte dos funcionários dominam mais de uma função, para que o trabalho não pare caso falte um deles por algum motivo. Não existe nenhuma preparação ou aperfeiçoamento periodicamente oferecido aos funcionários destas empresas destinadas por órgãos públicos como SEBRAI, SENAC ou outros órgãos competentes.

Em diversas regiões do Brasil verifica-se a presença de mão-de-obra não qualificada gerando má conformação dos produtos e desperdícios em torno de 33% no processo. A redução dos desperdícios na construção, por meio da adoção de novas técnicas, tem forçado os fabricantes a produzirem componentes cerâmicos conformes atendendo aos processos de qualidade e, sem dúvida, a qualificação da mão-de-obra está

inserida nestas transformações como peça relevante para a melhoria contínua no setor (PASCHOAL, 2004)

Para suprir as necessidades de modernização e aperfeiçoamento de seus equipamento e funcionários, assim como técnicas mais eficientes de produção os proprietários das empresas são levados a buscar conhecimento e novas informações com outros empresários da área de outras cidades. Participam de encontros destinados à fabricação de produtos cerâmicos, e assim procuram adaptar o que é possível para sua realidade e continuar a atuar no mercado.

Uma das empresas procura dar oportunidades de emprego para ex-presidiários que buscam por uma chance de ganhar sua vida honestamente, pois o proprietário garante sua mão de obra, mas acima de tudo procura integrar esses indivíduos novamente na sociedade.

Para DONEGÁ (2011) o surgimento do Sistema capitalista de produção e consequente utilização do trabalho assalariado em larga escala, emerge o Mercado de trabalho como uma instituição fundamental ao funcionamento da economia. De forma bastante ampla, el epode ser entendido como compra e venda de mão de obra, representando o locus onde trabalhadores e empregados confrontam-se é dentro de um processo de negociações coletiva que ocorre algumas vezes com a interferência do Estado, determinam conjuntamente os níveis de salários, o nível de emprego, as condições de trabalho e os demais aspectos relativos as relações entre capital e trabalho. A seguir, o gráfico da Figura 3.40, mostra a quantidade de funcionários das empresas estudadas.

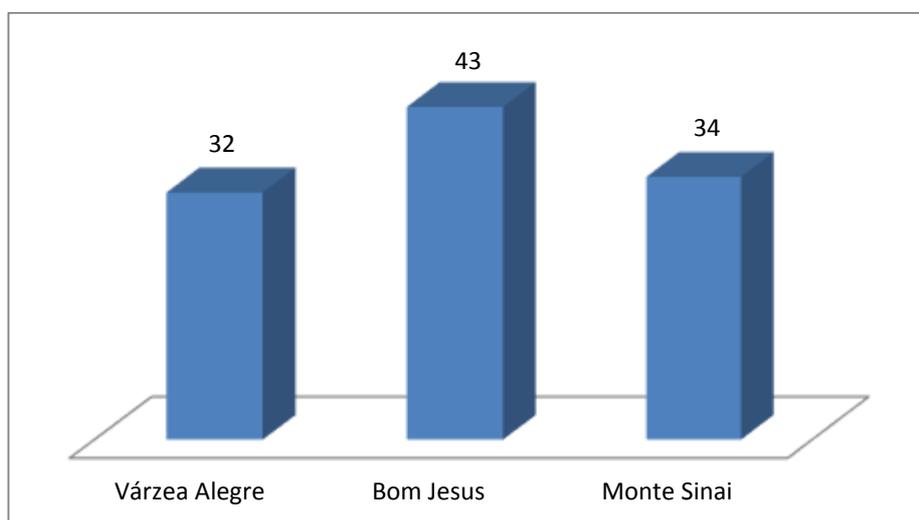


Figura 3.40 - Total de funcionários diretos das olarias.

A olaria Várzea Alegre possui um total de 32 funcionários trabalhando diretamente no processo de fabricação de tijolos, é a menor entre elas.

A olaria Bom Jesus, conta com 43 trabalhadores que realizam todas as fases do processo de produção. Nessa empresa apenas o processo de fabricação nas máquinas é automático.

Na olaria Monte Sinai apesar de ter apenas 34 funcionários, sua produção é bem maior que a Várzea Alegre, uma vez que na empresa possui uma empilhadeira que faz o trabalho de carregar os paletes com tijolos para organizar na secagem e também no forno para a queima, assim, nessa etapa dispensa-se o trabalho de vários carregadores que seriam necessários para fazer estas tarefas. A empresa está implantando a fabricação de tijolos feitos de cimento, de maneira que uns oleiros ficam responsáveis da fabricação de tijolo feito com argila e outros pelo tijolo feito de cimento, implantado no ano de 2015 para testes experimentais em obras do proprietário da olaria. A inovação nessa empresa é a oferta de tijolo de cimento que já podem ser vistos utilizados em alguns construções como: prédios, estabelecimentos comerciais, moradias da cidade.

A olaria Bom Jesus conta com maior quantia de pessoas empregadas diretamente. Possui mais funcionários que as outras duas empresas, da última para a primeira existe uma diferença de 2 funcionários. Da primeira para a segunda um aumento de 11 funcionários. É bom ressaltar que essa quantidade de funcionários nas três empresas varia de acordo com a produção a ser fabricada nos meses que aumenta a procura pelo produto.

Durante o período de visita as empresas percebeu-se que as mesmas não disponibilizam equipamentos de segurança para os funcionários, assim estes ficam expostos diretamente ao ambiente de trabalho e estão propicio a adquirirem uma doença causada por exposição inadequada ao local respirando poeira, ficando expostos a suportar altas temperaturas quando fazem a queima dos blocos cerâmicos e durante a retirada. Além disso, durante o processo de produção nenhum deles usam nem luvas correndo o risco de machucarem os dedos ou até as mãos gravemente no manuseio das máquinas.

Estes trabalhadores vem sofrendo as consequências das transformações do mundo do trabalho, que se revela nos baixos salários pagos, no risco do desemprego, nos ambientes insalubres e perigosos de trabalho, dentre outros fatores que contribuem para situações de vulnerabilidade social (PINHEIRO 2013).

Apesar de tal situação, em conversa com os trabalhadores e empresários nos foi relatado que a porcentagem de acidentes de trabalho nestas olarias é quase zero, ou seja, muito raramente acontece, como é o caso de um senhor que machucou o dedo gravemente e teve que ficar dias sem trabalhar para se recuperar e seu serviço durante esse período foi realizado por outro companheiro de trabalho. Situações como esta, podem ser comuns nas empresas e levam a perdas na produção e prejuízos aos empresários com a diminuição dos funcionários que influencia diretamente no sistema produtivo.

Os funcionários das olarias são expostos a diversos riscos no ambiente de trabalho ocasionados pelas máquinas, pelos processos, ambientes e relações de trabalho. Para se garantir uma melhor segurança e promoção da saúde do trabalhador é preciso reconhecer e compreender os riscos ocupacionais causados por essa atividade para que se tomem as medidas de prevenção coletivas e individuais, assim como boas práticas de processo. Os riscos no ambiente laboral são classificados em cinco tipos, de acordo com a Portaria nº 3.214, do Ministério do Trabalho do Brasil, de 1978 (GUIA TÉCNICO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA, 2013).

Nas visitas as empresas e em conversas com os funcionários nota-se que os mesmos têm pouco ou nenhum conhecimento dos riscos que estão sujeitos naqueles ambientes de trabalho, percebe-se aí que além do despreparo profissional eles também são leigos no que tange a sua saúde, bem estar físico e mental.

PINHEIRO (2013) relata que no cenário brasileiro contemporâneo, milhares de trabalhadores encontram-se em situação de vulnerabilidade social. A vulnerabilidade social está atrelada à pobreza e pode ocorrer em diferentes graus, implica não apenas dificuldades econômicas, mas incorre na deterioração de outros aspectos da vida material e imaterial. Com os trabalhadores oleiros não é diferente, eles lidam cotidianamente com problemas de toda ordem. Ainda que estejam em situação de formalidade, com direitos trabalhistas garantidos, estes vivenciam muitas dificuldades para reprodução material de suas vidas e de suas famílias. Os baixos salários oferecidos aos trabalhadores oleiros são impeditivos da garantia de uma vida digna. Muitos trabalhadores são obrigados a desenvolver outras atividades para completar suas rendas ou a realizar longas jornadas para garantir um salário melhor.

A precarização do trabalho é prejudicial à própria vida do trabalhador. Os trabalhadores se sujeitam a estas situações pela falta de melhores oportunidades de obter renda. No caso dos oleiros, por possuírem baixo nível de escolaridade, têm restrita

possibilidade de encontrar outras formas de trabalho. A olaria é o espaço que ainda absorve trabalhadores com pouco ou nenhuma formação educacional (PINHEIRO, 2013).

Detectou-se nas olarias funcionários que apesar de trabalhar pesado durante todo o dia, ainda encontram forças para estudar durante a noite em busca de ter um nível mais elevado de escolaridade a fim de melhorarem a qualidade de vida crescendo dentro da própria empresa ou buscando novos horizontes em outros setores empregatícios. Mas, a grande maioria destes funcionários possuem baixa ou nenhuma escolaridade.

3.7 - VENDA DE TIJOLOS

O aumento da população mundial levou a um crescimento desordenado das cidades, resultando disto uma alta demanda de materiais utilizados na construção civil, tais como telhas, tijolos, entre outros, CARVALHO *et al.* (2012). A construção civil é um dos setores que mais consome produtos à base da argila, a qual permite a fabricação de diversos componentes utilizados para várias finalidades dentro das obras civis, como por exemplo: em condutos e manilhas de barros são usadas as argilas e argilitos provenientes dos folhetos adensados com grandes quantidades de caulinitas e ilitas de cavas profundas; na fabricação de tijolos e telhas de barros as argilas devem ser plasticas o suficiente para serem moldadas podendo ser utilizadas argila e argilitos de cavas superficiais. Na busca da melhoria da qualidade desses materiais faz-se necessário explorar as argilas e argilitos de cavas mais profundos, (BAUER, 1994 *apud* PASCHOAL, 2004).

Com o processo de urbanização da cidade, a procura por tijolos vem crescendo, não somente em Tabatinga, mas também em comunidades (Limeira, entre outros) e países vizinhos (Peru e Colômbia) contribuindo assim, para o crescimento econômico e social da região no que se refere à construção civil. Atualmente a produção de tijolos e telhas é um mercado promissor uma vez que são os elementos básicos da construção civil (CARVALHO *et al.*, 2012).

DONOGÁ (2011) diz, enquanto a demanda reflete uma relação que descreve o comportamento de consumidores, a oferta exprime o comportamento dos produtos, mostrando o quanto esses empresários estão dispostos a vender a um determinado preço. Assim, as diferentes quantidades que os produtores desejam vender no Mercado em determinado período de tempo constitui a oferta.

Percebeu-se que as três olarias tem como mercado consumidor os consumidores das cidades de Tabatinga no Brasil, Letícia na Colômbia e Santa-Rosa no Peru e que por esse fato, sempre vendem tudo que produzem. A procura pela demanda é grande e nas três empresas existem períodos que ficam sem produto devido a grande procura, evidenciando a falta de um controle para não deixar faltar o tijolo no mercado. Além, de deixar nítido, a falta de um estoque que possa suprir essa necessidade.

Outro fato que contribui para o aumento do mercado consumidor é o crescimento populacional da cidade de Tabatinga e seu desenvolvimento econômico e social no qual as pessoas a cada dia apresentam melhores condições de vida aumentando seu poder aquisitivo, uma vez que o município, serve de atrativo para população de outros municípios do Brasil devido vários fatores como o Centro Universitário do Estado do Amazonas, Exército, Marinha, Aeronáutica, Banco do Brasil, Bradesco, Comércio, entre outros que geram emprego e renda.

As três olarias juntas geram aproximadamente 112 (cento e doze) empregos diretos com carteiras assinadas e mais 88 (oitenta e oito) indireto, como por exemplo, mecânicos (que prestam serviço), lenhadores (que fornecem a matriz energética), entre outros. Os empregos criados possibilitam a geração de renda que movimentam o comércio local e contribui para o desenvolvimento da cidade, (CARVALHO *et al.*, 2012)

Por isso, pode-se observar um grande número de casas que há anos atrás eram de madeira e agora são construídas em alvenaria. Além disso, a cidade de Letícia não possui olarias ou qualquer fábrica de tijolos fazendo com que seus moradores busquem esse produto nas olarias e lojas de materiais de construções de Tabatinga.

PASCHOAL (2004) relata que a localização das empresas cerâmicas devem ser próximas aos grandes centros consumidores para se evitar gastos excessivos com transporte que inviabilizam a comercialização desses produtos da mesma forma, muitas empresas acabam utilizando matérias-primas de baixa qualidade argilosa pela inexistência de jazidas próximas aos centros de consumo, comprometendo a conformidade do produto final.

Observa-se que a procura é bem maior do que a produção e que as empresas não disputam para conquistarem mais clientes, por que a clientela só aumenta a cada ano. Portanto, não há certa competitividade entre as olarias, do tipo quem oferece melhores produtos e conquista mais fregueses, por que todas vendem todos os seus produtos fabricados.

Nota-se também que os clientes não questionam e não exigem melhores produtos, talvez por não serem instigados a isso, uma vez, que nenhuma das empresas trabalham nesse sentido, de mostrar para o cliente que seu produto tem boa qualidade como resistência, dureza entre outras.

A demanda determinada por determinado bem será influenciada por alguns fatores (*coeteris paribus*) o preço desse bem, a renda do consumidor, o preço dos bens substitutos, o preço dos bens complementares e os hábitos e gosto dos consumidores (DONEGÁ, 2011).

Em nenhuma das três empresas percebeu-se um setor responsável pelo controle de qualidade desde a retirada da matéria-prima até o consumidor final. As olarias deixam muito a desejar sem saber o que o cliente acha de seu produto, se está satisfeito com o que compra ou se compra porque não tem opção de produtos com melhores qualidades.

OLIVEIRA (1993) relata que a garantia da qualidade nos produtos cerâmicos, principalmente na cerâmica estrutural vermelha, será alcançada a partir do momento em que houver transformações na cultura dos consumidores que, na maioria das vezes, escolhem o produto em função do preço unitário, sem levarem consideração a qualidade, desempenho e durabilidade que esses produtos deverão apresentar ao longo de sua vida útil.

Mas aqui cabe um questionamento, será que o cliente sabe como diferenciar o produto que está comprando? Ou compra por que é o que ele tem disponível no mercado?

Os tijolos produzidos nas olarias são vendidos no mesmo local, pois todas possuem um escritório de vendas da produção na própria olaria. Os proprietários das olarias A e C possuem loja de materiais de construção, local este que também vendem os tijolos de suas respectivas produções.

As empresas não fazem produção excedente, ou seja, não existe uma produção para a estocagem a fim de fazer vendas imediatas em grandes quantidades, muitos clientes compram os produtos e esperam por um prazo determinado para poder o produto ser entregue, isso acontece por falta de ter uma produção em grande escala.

Percebe-se em todas as olarias que muitos clientes pagam, mais não levam o produto de imediato, porque são pessoas de baixa renda que vão pagando os milheiros

de tijolos até completar a quantidade que precisam para fazerem suas obras e como não tem um local para armazenar deixam para levar o produto quando forem utilizar.

Nestas olarias notou-se também que a procura pelo tijolo é intensa chegando a faltar produto nas mesmas demonstrando que a demanda vem crescendo a cada dia levando a necessidade de aumentar a quantidade de produção que pode variar de acordo com o período do ano. A classificação do consumo pode ser de três formas: consumo regular (crescente ou decrescente), consumo irregular e consumo sazonal. (HERNANDES, 2015).

Com base nisso, uma das olarias faz o controle de produção diariamente e mensalmente e seus gerenciadores estão sempre procurando meios que possam ajudar no processo de produção de forma a aumentar o produto produzido.

No gráfico da Figura 3.41, apresentado abaixo é possível observar o percentual de distribuição de tijolo cerâmico nas olarias de Tabatinga que de acordo com Carvalho et. al (2012) os principais mercados de destino e comercialização desses produtos são empresas de construção local e vizinhas, a Secretaria de Obra e Infra-estrutura do Município de Tabatinga (Prefeitura), comunidades vizinhas e a população da tríplice fronteira. Tabatinga (Brasil) por está em uma área de tríplice fronteira ocorre oferta e venda para a cidade de Letícia (Colômbia), Santa Rosa (Peru).

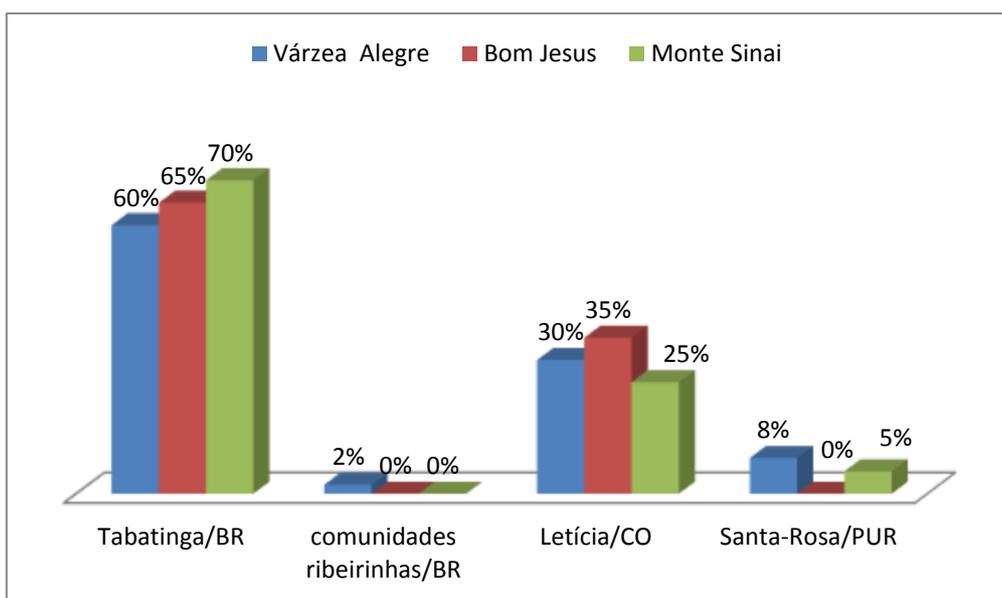


Figura 3.41 - Percentual do mercado consumidor das olarias.

Acima podemos notar como está distribuído o percentual do mercado consumidor dos produtos fabricados nas olarias, destaca-se que em todas as olarias que

as porcentagens mais altas de vendas é no próprio município de Tabatinga, sendo que a Olaria Várzea Alegre destina cerca de 60 % ao comércio local. A olaria Bom Jesus dispõem cerca de 65% de tijolos e a Olaria Monte Sinai lidera com 70% de seu produto sendo vendido para o território de Tabatinga provavelmente isso deve-se ao crescimento da população e juntamente com esse fator o aumento do poder aquisitivo dos cidadãos tabatinguenses.

Os moradores das comunidades ribeirinhas no entorno da tríplice fronteira também tem adquirido tais produtos, sendo o percentual de 2%. Um consumidor de grande relevância para as três olarias é o colombiano da cidade de Letícia, cidade que faz fronteira terrestre com Tabatinga, é a segunda maior clientela desse setor produtivo com pode-se constatar que 30% das vendas da Várzea Alegre tem como destino a cidade de Letícia, a Bom Jesus vende aproximadamente 35% de seu produto para os colombianos e, a Monte Sinai tem fornecido cerca de 25% de sua produção para a cidade de Letícia na Colômbia.

Mas esse percentual de tantas vendas serem feitas para a cidade de Letícia se justifica pelo fato da cidade não possuir nenhuma olaria e, portanto, toda obra no ramo da construção civil que tenha como necessidade a utilização do tijolo só tem como opção a compra dos produtos fabricados nas olarias de Tabatinga.

Evidencia também uma parte pequena das produções das olarias Várzea Alegre - 8% e Monte Sinai - 5% são vendidas para Santa-Rosa, cidade do Perú que faz fronteira fluvial com Tabatinga. Assim, constata-se que os produtos das olarias de Tabatinga atende a clientela da tríplice fronteira Brasil-Colômbia e Perú, especificamente nas cidades de Tabatinga, Letícia e Santa-Rosa, além de seus entornos ribeirinhos.

De acordo com CARVALHO *et al.* (2012) Tabatinga tende a crescer naturalmente, a construção civil acompanha esse crescimento, e com isso a venda de tijolos e telhas cresce, no município e comunidades vizinhas, e também exportações para as cidades vizinhas da área de fronteiras, como Letícia na Colômbia, Santa Rosa e Islândia no Peru. Assim, por um lado a produção de tijolos e telhas vem se transformando em uma atividade lucrativa.

Além do tijolo 20 x 20 cm, que é o principal produto, as olarias também produzem tijolo 20 x 30 cm, tijolo 20 x 40 cm, lajota, comungou, tijolo maciço sob encomenda.

3.8 - GESTÃO AMBIENTAL E DA MATÉRIA-PRIMA NAS OLARIAS ESTUDADAS

Todas as empresas estudadas trabalham produzindo cerâmicas a partir do barro branco e vermelho. Retiram a matéria prima de uma área demarcada pelo geólogo. O sistema do IPAAM faz o acompanhamento por satélite se as determinações de exploração da área estão sendo seguidas.

Após a retirada da argila com a pá escavadeira, o barro é levado em caminhões até um local de armazenamento. Retira-se do local de exploração boa quantidade do mineral deixando no depósito a fim de não parar a produção durante o processo. O estoque também é apropriado para o período das chuvas onde se torna difícil a retirada da matéria prima, evitando assim, causar impactos consideráveis na produção. No período do inverno fica inviável a retirada de argila devido a terra ficar encharcada e o acesso à área mais difícil.

Para iniciar a produção é feito uma mistura aleatória do barro branco com o barro vermelho, usando-se uma medida que não é exata. A experiência cotidiana do oleiro é importante nesse processo, pois ao depositar a argila no local destinado já coloca, por exemplo, uma carrada de barro branco e duas de barro vermelho ou uma de barro branco para quatro de barro vermelho.

A formulação da massa é feita geralmente de forma empírica pelo ceramista, envolvendo a mistura de uma argila “gorda”, caracterizada pela alta plasticidade, granulometria fina e composição essencialmente de argilominerais, com uma argila “magra”, rica em quartzo e menos plástica, que pode ser caracterizada como um material redutor de plasticidade e que permite a drenagem adequada das peças nos processos de secagem e queima (JUNIOR, 2005)

Normalmente são utilizadas pela industrias cerâmicas dois ou mais tipos de argilas para se obter uma massa ideal característica à produção do material desejado. Para os materiais de cerâmicas estruturais vermelhas, as argilas devem apresentar, em geral, facilidade na desagregação visando facilitar a moldagem, como também, granulometria fina e boa distribuição para garantir o controle das dimensões finais do produto. É necessário que possuam teor de material orgânica suficiente para produzir plasticidade e resistência mecânica evitando deformações e garantindo o manuseio quando ainda cruas. Devem também apresentar baixo teor de carbonatos, sulfatos e sulfetos, (PASCHOAL, 2004).

Mas, depende de como é a argila se de boa qualidade ou não, ou seja, se tem muito teor de areia, se tem muita liga entre outros fatores analisados apenas pela experiência cotidiana. De acordo com RODRIGUEZ (2004), a seleção de matérias-primas componentes de massas cerâmicas deve ter como critérios básicos as propriedades requeridas ao produto e as características inerentes ao processo de fabricação. Estas propriedades são criticamente dependentes da composição química e mineralógica das composições empregadas.

As massas cerâmicas utilizadas na indústria de tijolos são de natureza heterogênea, constituídas por matérias primas argilosas com vasto aspecto de composição sendo extraídas dos depósitos de argilas situadas nas imediações das olarias, mas a falta de percentual sem uma medida exata pode ocasionar a despadrão de diferença dos tijolos nos níveis de qualidade, dureza e resistência dos mesmos afetando no resultado final. Na visão de Bitencout (2004) no setor da cerâmica tradicional, principalmente no que diz respeito à fabricação de tijolos, telhas e ladrilhos, há uma falta de padronização dos produtos fabricados. Este fato, ligado à grande variedade de produtos, dificulta o controle de produção e provoca descontinuidades na fabricação de peças. Cada fabricante possui seu próprio padrão, não havendo uma estrutura organizacional [...] tornando-se inviável o controle de qualidade do produto final.

Percebe-se que de onde a argila é retirada, o solo fica erodido e para evitar maiores danos, os empresários buscam uma forma alternativa de utilização do solo como a formação de açudes para a criação de peixes. Mas atualmente são orientados a erodir menos o local evitando atingir o lençol freático prejudicando o ambiente. De acordo com SILVA (2014), a erosão consiste na ação de diversos fatores que provocam a desagregação do solo. Esses acontecimentos são causados pelo uso de solos desprotegidos, como desmatamento e retirada completa da vegetação, deixando o solo descoberto, compactação do solo pelo movimento de máquinas e veículos.

De acordo com o uso do solo pelas olarias estudadas, o acompanhamento de órgãos fiscalizadores que monitoram e orientam no uso desse recurso natural, a exploração da argila em Tabatinga e em outros lugares cada dia mais acontece de forma racional.

CAPÍTULO 4

MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E METODOLOGIA EXPERIMENTAL

4.1 - MATERIAIS

4.1.1 - Matérias-Primas

As matérias primas utilizadas neste trabalho foram argila branca, argila vermelha e uma mistura de argila branca com Argila vermelha as quais são provenientes do estado do Amazonas-AM, mais precisamente do município de Tabatinga, estes materiais passaram por um pré-tratamento, descritos a seguir:

- Primeiramente, as matérias primas passaram por um processo de secagem em uma estufa a 100°C durante 24h. Após obtenção do material seco, foi realizada a moagem em moinho de bolas por 30 minutos.
- Após este tratamento o material passou por uma análise granulométrica; esta análise visa conhecer em que peneira se encontra a maior parte da Argila bem como o percentual de sílica presente no material.
- Os materiais foram submetidos a análise de difração de raios-X

4.2 - EQUIPAMENTOS

Os Equipamentos utilizados no decorrer deste trabalho estão especificados a seguir:

- Estufa: Marca FABBE Ltda-DIMATE (Divisão de Materiais), Laboratório de Engenharia Química-UFPA.
- Moinho de bolas: Marca CIMAQ s.a, MODELO Work Index, serie 005 - DIMATE (Divisão de Materiais), Laboratório de Engenharia Química-UFPA.
- Forno tipo Mufla: Marca QUIMIS - DIMATE (Divisão de Materiais), Laboratório de Engenharia Química-UFPA.
- Prensa hidráulica (Marconi), série 011639.
- Balanças Analíticas.
- Marca: GEHAKA, modelo BG2000 - DIMATE (Divisão de Materiais), LEQ - Laboratório de Engenharia Química-UFPA.

- Marca: GEHAKA, modelo BG4000 - DIMATE (Divisão de Materiais), LEQ - Laboratório de Engenharia Química-UFPA.

4.3 - METODOLOGIA EXPERIMENTAL

De um modo geral, a metodologia experimental empregada está dividida em duas etapas, quais sejam:

1ª Etapa: Confeção dos corpos de prova

Esta etapa abrange a confecção dos corpos de prova utilizando-se as matérias primas designadas por argila branca (AB), argila vermelha (AV) e mistura (M). Os corpos de prova, em número de dez por ensaio de queima, foram confeccionados em moldes de aço, sob a forma de lâminas prismáticas com dimensões de 10,0 x 5,0 x 1,0 cm, e prensados a 200 kgf/cm². As Figuras 4.1, 4.2 e 4.3, mostram a argila homogeneizada, o molde em aço e a prensa hidráulica, respectivamente.



Figura 4.1 - Argila homogeneizada.



Figura 4.2 - Molde em aço.



Figura 4.3 - Prensa hidráulica.

Após a conformação dos corpos de prova, os mesmos foram submetidos a secagem em estufa (temperatura de secagem 100 °C) por 24 horas. Após esse período os corpos foram direcionados ao forno elétrico, onde iniciou-se o processo de sinterização. A temperatura de sinterização utilizada foi de 1050°C durante 3 horas. Após a sinterização os corpos de prova foram submetidos às análises físico-mecânicas, ou seja, foram realizados testes para a obtenção da porosidade aparente, absorção de água e tensão de ruptura à flexão.

2ª Etapa: Confeção dos corpos de prova

A diferença entre as etapas 2 e 1, reside no fato de que os materiais empregados para a confecção dos corpos de prova, seguem a especificação dada na Tabela 4.1, onde tem-se como amostra a mistura 1 e a mistura 2.

Tabela 4.1 - Percentual das Matérias-Primas.

MISTURA	ARGILA BRANCA (%)	ARGILA VERMELHA (%)
M1	70	30
M2	30	70

A mistura 1 é composta de 70% de argila branca e 30% de argila vermelha. Já a mistura 2 apresenta uma quantidade de 30% de argila branca e 70% de argila vermelha.

De posse das misturas acima, partiu-se para os procedimentos com a massa a fim de se obter a composição mineralógica e análise granulométrica de cada uma das argilas e das misturas mencionadas. Abaixo na Figura 4.4 encontra-se o fluxograma da metodologia experimental para obtenção dos corpos de prova.

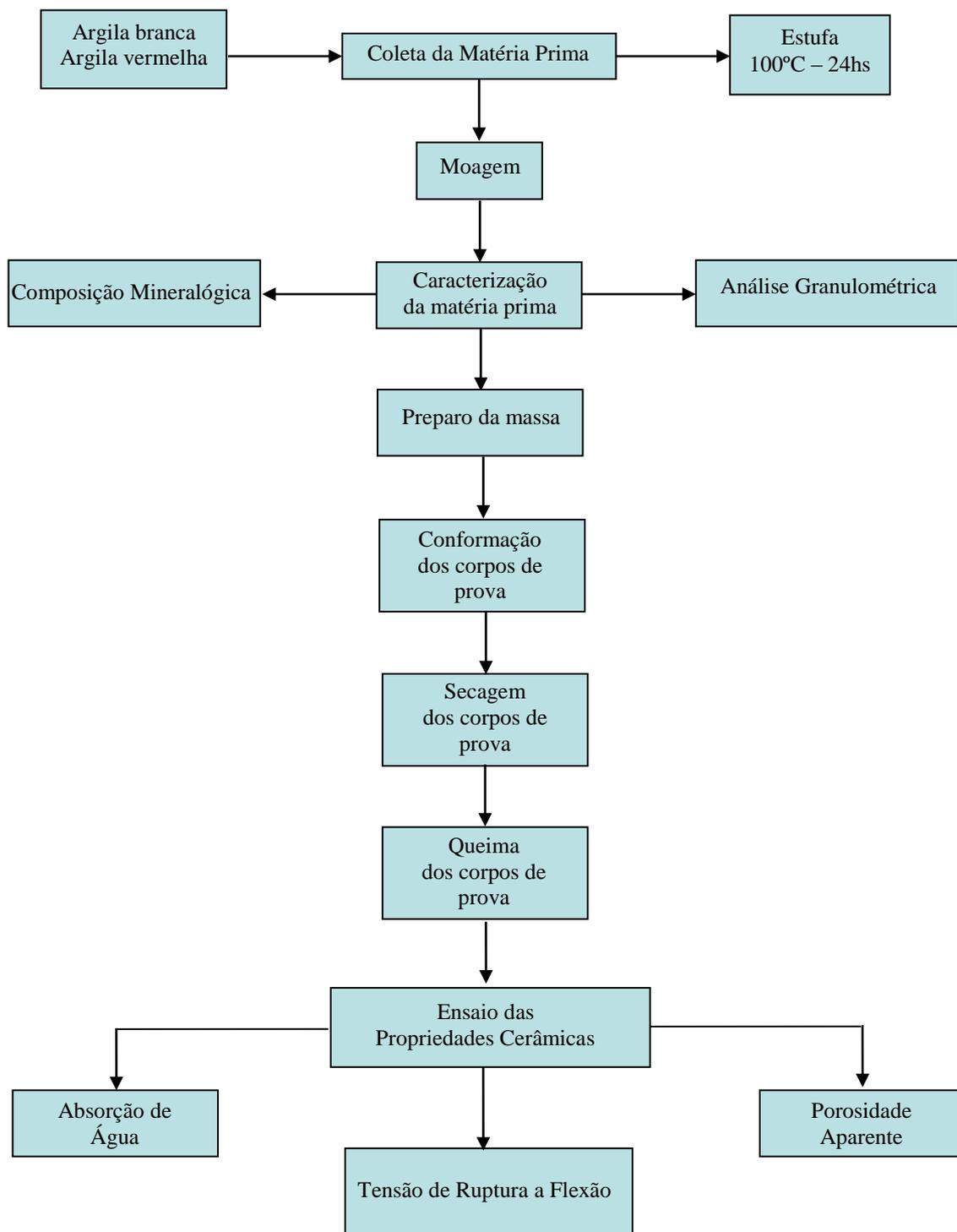


Figura 4.4: Fluxograma da metodologia experimental para obtenção dos corpos de prova.

4.3.1 - Determinação das Propriedades Cerâmicas

Após a secagem do material cerâmico, foi realizada sua queima, onde se obteve o produto final. Nesta última etapa, faz-se necessário determinar as propriedades cerâmicas do produto acabado tais como: porosidade aparente PA (%), absorção de água AA (%) e tensão de ruptura a flexão TRF (%).

- Porosidade Aparente - PA (%)

Ensaio realizado segundo a ABNT NBR 6220 / 1997 – Materiais refratários densos conformados - Determinação da densidade de massa aparente, porosidade aparente, absorção e densidade aparente da parte sólida.

Os corpos-de-prova foram pesados logo após a sinterização e depois submersos em água por 24h à temperatura ambiente (aproximadamente 30°C). Após esse tempo, foram novamente pesados a fim de calcular a porosidade aparente de cada corpo de prova. A balança utilizada foi digital com resolução de 0,01g e os cálculos feitos, segundo a Equação 4.1:

$$PA(\%) = \frac{M_u - M_s}{M_u - M_i} \times 100 \quad (4.1)$$

Onde: M_u é a massa do corpo de prova úmido (g), M_s é a massa do corpo de prova seco (g) e M_i é a massa do corpo de prova imerso (g)

Observação

Os resultados foram obtidos pela média aritmética de três valores obtidos para testes em corpos de prova distintos.

- Absorção de Água - AA (%)

Ensaio realizado segundo a ABNT NBR 6220 / 1997 – Materiais refratários densos conformados - Determinação da densidade de massa aparente, porosidade aparente, absorção e densidade aparente da parte sólida.

Além das medições realizadas para o cálculo da porosidade aparente, os corpos-de-prova foram pesados imersos em água, após 24 h submersos em água, a fim de se calcular a absorção de água, de acordo com a Equação 4.2:

$$AA = \frac{M_u - M_s}{M_s} \times 100(\%) \quad (4.2)$$

Onde: M_u é a massa do corpo de prova úmido (g), M_s é a massa do corpo de prova seco (g).

- Tensão de Ruptura à Flexão - TRF (Kgf/cm²)

A tensão de ruptura à flexão é obtida através da Equação (4.3):

$$TRF = \frac{3}{2} \times \frac{P \cdot L}{b \cdot h^2} \text{ (Kgf / cm}^2 \text{)} \quad (4.3)$$

Onde: P é a força aplicada ao corpo de prova (Kgf), L é a distância entre os pontos de apoio (cm), b é a largura do corpo de prova (cm) e h é a espessura do corpo de prova (cm).

4.4 - COLETA DE DADOS DA IMPORTÂNCIA DO COMÉRCIO DE TIJOLOS CERÂMICOS EM TABATINGA

Para avaliar a importância do mercado de cerâmica em Tabatinga fez-se uma análise do percentual de casas, prédios, comércios e construções em geral construídas a partir do tijolo cerâmico e de madeira nos bairros da cidade tirando uma pequena amostragem de cada um. Assim, foram selecionadas duas ruas de cada bairro e em seguida contadas a quantidade de construções em alvenaria e em madeira. Após a contagem tabulou-se os dados e calculou-se a porcentagem de construções de alvenaria e madeira em cada bairro.

E para oportunizar os consumidores a darem suas opiniões sobre o produto adquirido por eles quanto ao preço, a preferência, a qualidade etc teve-se conversas informais com consumidores de bairros distintos, onde os mesmos puderam ser ouvidos colocando seu ponto de vista em relação ao produto oferecido pelas empresas.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 - CARACTERIZAÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS

5.1.1 - Análise Granulométrica

Para a caracterização dos materiais, primeiramente, foi realizada uma análise granulométrica a qual visou a determinação do percentual de sílica presente na argila branca, argila vermelha e na mistura. O cálculo do percentual de sílica foi obtido através da Equação 5.1.

$$\% \text{ Sílica} = \left(\frac{m_{ps} - m_p}{m_a} \right) \times 100 \quad (5.1)$$

m_{ps} , massa da peneira mais a massa de sílica

m_p , massa da peneira

m_a , massa da amostra

Os resultados das análises granulométricas estão apresentados na Tabela 5.1, onde pode ser observado a predominância do percentual de 30% de sílica na argila branca. A argila vermelha apresentou 13% de sílica. Na mistura das argilas branca e vermelha utilizada na produção de tijolos teve-se um percentual de 23,4% de sílica mostrando que a mistura está dentro da porcentagem estabelecidas nas normas padrão exigida no Mercado.

Tabela 5.1 - Percentuais de sílica presente na argila branca, vermelha e na mistura.

	ARGILA BRANCA	ARGILA VERMELHA	MISTURA (AB+AV)
% Sílica	30	13	23,4

A sílica é um mineral cuja composição química contém somente silício na forma de óxido, pode se apresentar de diversas formas mineralógicas, onde a mais comumente encontrada é o quartzo. O quartzo é o mineral mais abundante da crosta terrestre (NORTON, 1973).

A sílica livre, na forma de areia, diminui por exemplo a plasticidade e refratariedade da argila e reduz também a resistência mecânica da cerâmica obtida, mas também reduz a retração, a deformação e facilita a secagem. É indispensável na fabricação da cerâmica pois ao fundir forma o vidro que aglutina e endurece o material (LEGGERINI 2008).

5.1.2 - Difração de Raios-X

Através da difração de raios-X é possível identificar os minerais presentes no material analisado, bem como o estudo das características cristalográficas destes minerais. O equipamento de difração de raios-X é basicamente um tubo emissor de raios-x, uma câmara circular onde se situa a amostra (goniômetro) e um detector que recebe os raios difratados. A técnica de ensaio consiste em incidir um feixe de raios-x (de comprimento de onda conhecido), sobre uma camada fina de pó, que gira no centro do goniômetro. Como consequência o feixe se difrata e reflete com ângulos que são característicos do retículo cristalino, obtendo-se o correspondente difratograma.

Assim, as amostras de argilas branca, vermelha e a mistura analisada apresentam os minerais como quartzo (Q), illita (I), caulinita (C) e goethita (G). As Figuras 5.1, 5.2 e 5.4, mostram os difratogramas para as argilas branca, argila vermelha e para a mistura, respectivamente.

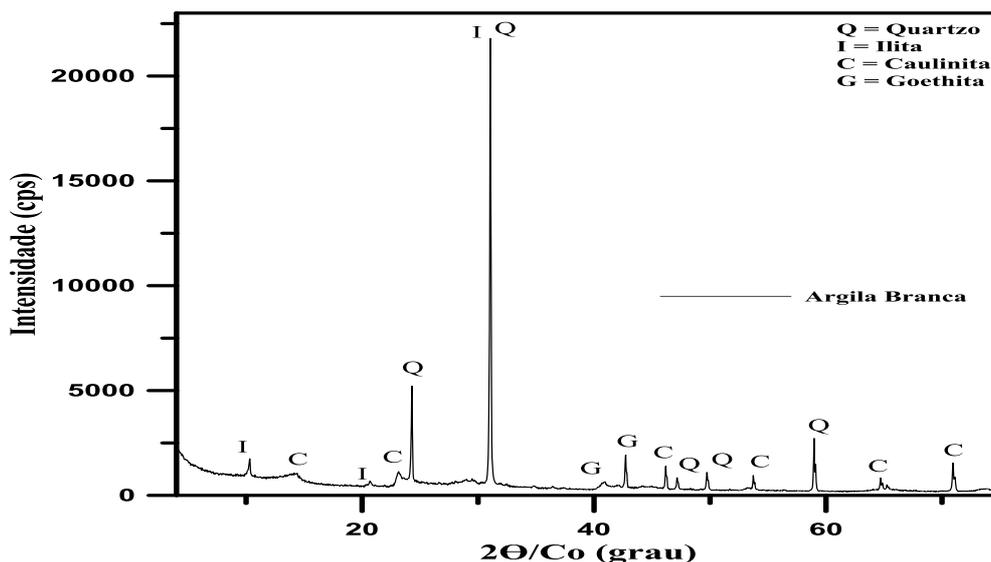


Figura 5.1 - Difratograma da argila branca

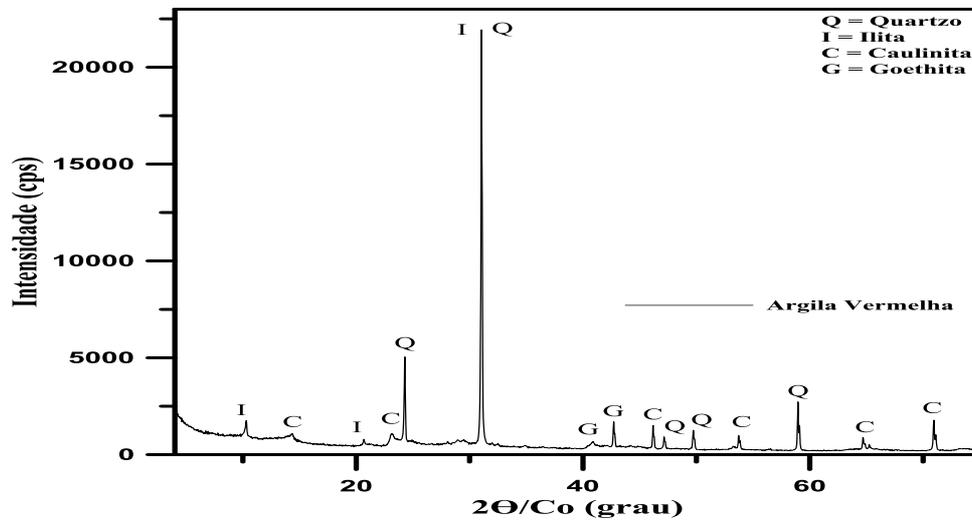


Figura 5.2 - Difratograma da argila vermelha.

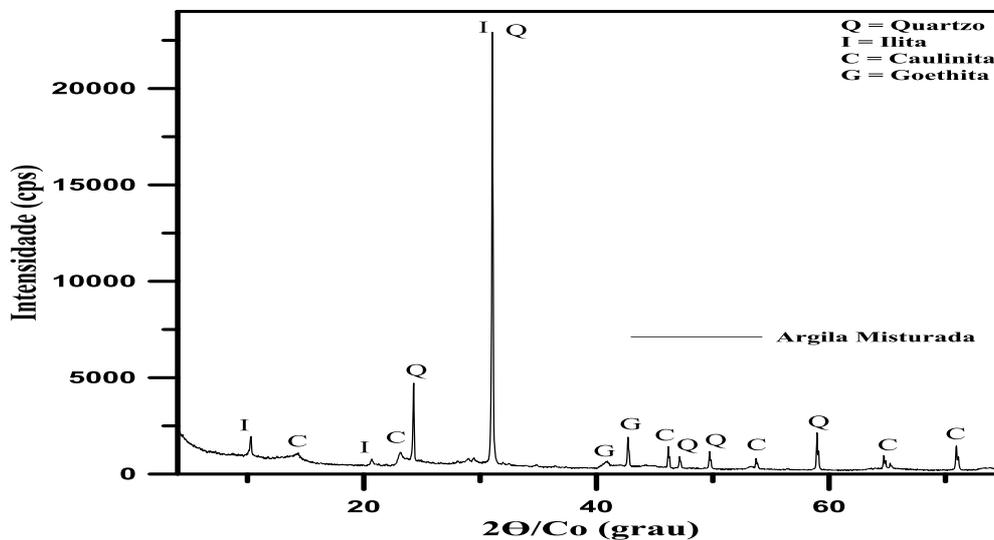


Figura 5.3 - Difratograma da mistura de argila branca e vermelha.

É possível observar que nas três amostras analisadas na difração de raios-X, há predominância do quartzo seguido do mineral argiloso caulinita, a presença de picos de difração de ilita e goethita.

O quartzo é um dos minerais mais comuns e resistentes que existem nas rochas sedimentares, ígneas e nas metamórficas, em sua composição química apresenta o Dióxido de silício (SiO₂) resistente ao intemperismo e ao desgaste físico se forma a temperaturas menores que 600°. O quartzo se constitui na principal impureza presente nas argilas, atuando como matéria-prima não plástica e inerte durante a queima (QUEIROZ, 2009).

Esse mineral é responsável por diminuir a plasticidade, aumenta a capacidade da peça à verde de absorver certas substâncias e ajuda a controlar a retração.

A caulinita (C) é um argilo-mineral de silicato de alumínio hidratado, principal componente do caulim sua estrutura química é $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ sua cor geralmente é branca que varia de acordo com o grau de impurezas. Para Queiroz (2009), a caulinita é o argilomineral presente no caulim e em muitas argilas utilizadas para fabricação de produtos cerâmicos destinados a construção civil. Este mineral é responsável pelo desenvolvimento de plasticidade e apresenta comportamento de queima refratário.

Ilita (I) ou Mica Hidratada é um mineral com morfologia lamelar que pode ocasionar o aparecimento de defeitos nas peças cerâmicas. Desde que apresente tamanho de partícula reduzido, a mica muscovita pode atuar como fundente devido à presença de óxidos alcalinos (QUEIROZ, 2009).

As ilitas tem parte do silício convertido em alumínio, apresentam mais água entre as camadas e parte do potássio é transformado em cálcio e magnésio. Determinar sua composição química é extremamente complicado, uma vez que contém muitas impurezas de difícil eliminação. O potássio presente em sua estrutura garante boa resistência após a sinterização. As micas tem estrutura e composição complexas que comumente aparecem presentes sob forma de lamelas douradas e brilhantes que podem ser vistas a olho nu, portam-se como inativas.

Goethita (G) é um mineral de óxido de ferro hidratado presente na maior parte dos solos brasileiros, sua estrutura química é $\text{FeO}(\text{OH})$ possui varias cores como vermelho, preto, amarelo e marrom.

Uma análise minuciosa da Figura 5.1 para a argila caracterizada como argila branca oriunda do município de Tabatinga utilizada pelas cerâmicas, nos permite afirmar que a mesma possui as características de uma mistura caulinitica e sílica livre com aproximadamente 20% de sílica livre, que é um teor elevado de sílica, responsável pela baixa plasticidade desta argila, mostrando a necessidade de misturá-la a outras argilas com teores de ferro mais elevado e de sílica mais baixo visando o aumento da plasticidade da mistura.

A argila vermelha rica em laterita, Figura 5.2, mostra a presença de goetita, (variedade alotrópica do oxido de ferro hidratado) que compõem a maioria das lateritas encontradas na Amazônia. Ficou evidente também a presença de argilas além da caulinita a forte presença de mica e Ilitas, atributo que conferem a este material uma

plasticidade elevada, ideal para em misturas com argilas mais ricas em sílica produzirem misturas ótimas para a fabricação de cerâmica vermelha.

A análise de difratometria, Figura 5.3, da mistura evidencia agora uma amostra com diferentes argilos minerais: caulinita e Ilita, com forte presença de minerais de ferro destacando-se a goetita, agora com condições suficientes para a formação das reações de estado sólido: vitrificação e formação de mulita secundária.

5.2 - ANÁLISE DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS

5.2.1 - Porosidade Aparente

O método de fabricação de materiais cerâmicos (sinterização) caracteriza-se por produzir estruturas contendo poros. Estes poros desempenham papel importante. Em algumas ocasiões, os poros são desejáveis. Por exemplo, poros devem existir em azulejos para promover sua fixação às paredes através do cimento. Em outras, os poros promovem apenas a queda da resistência mecânica. Em decorrência da existência de poros, a densidade dos materiais e os métodos mais usados para sua determinação devem levar em consideração este fator (SILVA, 2007).

Silva comenta ainda que considerando uma estrutura contendo poros. Ela é constituída por uma fração sólida, que pode consistir de uma ou de várias fases e de espaços vazios, os poros. Estes poros podem ou não estar em contato com a superfície do material. Ou seja, eles podem ter conexão com exterior. Isto é importante, pois poros conectados com a superfície são condutores de material entre o interior e o exterior da estrutura. Por exemplo, umidade pode ser conduzida para o interior da estrutura e dissolver a fase sólida. Este é um problema relacionado a uma falha em produtos de cerâmica vermelha denominada eflorescência. Poros conectados à superfície são mais prejudiciais à resistência mecânica, visto que muitas fraturas têm início em falhas estruturais superficiais, tais como poros. Os poros conectados com a superfície são denominados abertos.

Poros não conectados com a superfície são denominados fechados, mesmo que eles sejam conectados internamente. Poros fechados podem ser causados pelo fechamento de poros abertos, devido à evolução da sinterização, ou podem ser causados pela evolução de gases da fase sólida e estes gases não conseguem sair da estrutura. Estes últimos tendem a assumir forma esférica.

A porosidade aparente de um material influencia diretamente na capacidade de absorção de água do mesmo. Estas propriedades estão intimamente ligadas, tal que um aumento na porosidade resulta num aumento da absorção de água do material analisado. Além disso, a existência de poros interfere inversamente na resistência mecânica do material, ou seja, o aumento na porosidade aparente do material conduz a uma redução na resistência mecânica do mesmo (AZEVEDO *et al.*, 2001).

SILVA (2007) afirma que devido a sua importância para alguns produtos cerâmicos, a porosidade é representada através de determinados parâmetros.

- Absorção de água: quando em contato com líquidos, a estrutura tende a absorvê-los devido a forças de capilaridade. A absorção de água é definida como o ganho percentual de massa que tem a amostra, quando absorve o máximo de água. Sua determinação é feita medindo-se o peso da amostra seca e em seguida mergulhando-a em água por certo tempo. Neste período, a água inunda os poros abertos. A amostra é suspensa e a água que escorre em sua superfície é seca por pano úmido. Supõe-se que toda a água nos poros abertos permanece lá.
- Porosidade aparente: é definida como o percentual volumétrico de porosidade aberta existente na amostra.

Assim, a Tabela 5.2 apresenta a porcentagem de porosidade aparente para os corpos de prova confeccionados com amostras de argila branca, argila vermelha e de suas misturas.

Tabela 5.2 - Porosidade Aparente (AB), (AV), (M).

AMOSTRAS	PA (%)
ARGILA BRANCA	31,84
ARGILA VERMELHA	31,18
MISTURA	26,96

Na Tabela 5.2, observa-se que a porcentagem da porosidade da AB e AV, ambas estão com valores um pouco acima de 31%, já em relação a mistura feita nas cerâmicas de Tabatinga esse valor cai para 26,96 % de porosidade aparente deixando evidente que a porosidade da mistura esta dentro dos padrões estabelecidos pela norma brasileira de cerâmica vermelha.

A Tabela 5.3, traz os percentuais de porosidade aparente de amostras da mistura 1 e da mistura 2. Nesta tabela é possível perceber que a mistura 2, composta por 30% de argila branca e 70% de argila vermelha, tem menor percentual de porosidade aparente do que a mistura 1, sendo essa porcentagem de 25,99%.

Tabela 5.3 - Porosidade Aparente (M1), (M2).

AMOSTRAS	PA (%)
ARGILA BRANCA (70%)+ARGILA VERMELHA (30%)	28,76
ARGILA BRANCA (30%)+ARGILA VERMELHA (70%)	25,99

Cabe ressaltar que quanto maior for a porosidade aparente, menor será a resistência mecânica do material e vice-versa. Com base nisso, a mistura 2 é a mais indicada para se trabalhar na produção de tijolos nas olarias de Tabatinga.

5.2.2 - Absorção de Água

Na Tabela 5.4 abaixo observar-se as porcentagens da absorção de água das amostras de argila branca, argila vermelha e da mistura entre as duas. Em seguida, a Tabela 5.5 expressa os valores de absorção de água das amostras da mistura 1 e da mistura 2, respectivamente.

Tabela 5.4 - Absorção de Água, (AB), (AV), (M).

AMOSTRAS	AA (%)
ARGILA BRANCA	17,75
ARGILA VERMELHA	17,28
MISTURA	14,23

Os percentuais de absorção de água das amostras AB, AV e M da Tabela 5.4 estão abaixo do limite superior estipulado pela norma (NBR 15310, 2005) que é de 20%. As amostras AB e AV contam com valores muito próximos de absorção de água. Quanto ao valor da AA na mistura das amostras AB e AV, utilizada nas olarias de Tabatinga, é 14,23%, sendo considerado um valor abaixo do máximo exigido.

Na Tabela 5.5, onde aparecem as porcentagem das misturas 1 e 2, nota-se que a mistura 2, composta de 30% argila branca e 70% de argila vermelha conta com um percentual menor de absorção de água, sendo portanto, a mistura mais aconselhável a ser feita nas empresas de Tabatinga com AA de 13,55%.

Tabela 5.5 - Absorção de Água, (M1), (M2).

AMOSTRAS	AA (%)
ARGILA BRANCA (70%) + ARGILA VERMELHA (30%)	15,58
ARGILA BRANCA (30%) + ARGILA VERMELHA (70%)	13,55

5.2.3 - Tensão de Ruptura a Flexão

A tensão de ruptura a flexão consiste em determinar a resistência da peça a seco em 110°C. Conforme SANTOS (1992 *apud* PASCHOAL, 2003) apresenta como valores limites para esta temperatura são: mínimo de 15,0 kgf/cm² para tijolos maciços, 25,0 kgf/cm² para tijolos furados e 30,0 kgf/cm² para telhas. Estes valores são utilizados para avaliar a adequação para a confecção destas peças.

MÁS (2002, *apud* PASCHOAL) observa que a elevada resistência a cru estabelece elevada e boa estrutura interna e, que, o ensaio de ruptura à flexão, serve para aprovação dos lotes para a produção.

NA Tabela 5.6 observam-se os valores correspondentes a tensão de ruptura a flexão das amostras de argila branca, argila vermelha e da mistura de ambas.

Tabela 5.6 - Tensão de Ruptura a Flexão (AB), (AV), (M).

AMOSTRAS	TRF(kgf/cm ²)
ARGILA BRANCA	28,08
ARGILA VERMELHA	23,00
MISTURA	44,64

Constata-se que de acordo com os valores estipulados por Santos que mistura, ou seja, a massa cerâmica para tijolos furados usada nas olarias de Tabatinga encontra-se adequado e muito acima do valor mínimo apresentado pelo autor que é 25,0 kgf/cm². Sendo assim, o valor de tensão de ruptura a flexão da mistura de massa cerâmica das empresas é 44, 64 kgf/cm². Em relação a argila branca essa resistência também esta acima da mínima considerada por Santos (1992), em contrapartida a amostra de argila vermelha está com 23,00 kgf/cm² abaixo do valor mínimo (25 kgf/cm²).

Tabela 5.7 a seguir expõem os valores de resistência da mistura 1 e mistura 2, onde pode-se verificar que estas amostras apesar de distintas em suas composições pelo percentual de argila branca e vermelha também está com quantidades acima da mínima estabelecida por Santos. No entanto, a que a apresenta a composição de 30% de argila

branca e 70% de argila vermelha apresenta melhor resistência mecânica a seco sendo de 39,50 kgf/cm².

Tabela 5.7 - Tensão de Ruptura a Flexão (M1), (M2).

AMOSTRAS	TRF(kgf/cm ²)
ARGILA BRANCA (70%) +ARGILA VERMELHA (30%)	34,00
ARGILA BRANCA (30%) +ARGILA VERMELHA (70%)	39,50

Portanto, através das análises da porosidade aparente, absorção de água e da tensão de ruptura a flexão fica evidente que a melhor opção a ser usada nas olarias de Tabatinga para se ter um produto final de mais qualidade é a mistura 2 composta por 30% de argila branca e 70% de argila vermelha, mas essa mistura deve ser padronizada para que todos os produtos saiam com a mesma qualidade e resistência favorecendo tanto a empresa quanto ao consumidor.

5.3 - A IMPORTÂNCIA DA ARGILA COMO MATÉRIA-PRIMA NA PRODUÇÃO DE TIJOLOS

Nesse estudo procura-se identificar e analisar o processo produtivo de tijolos para propor possíveis melhorias no sistema a fim de estruturar um setor forte que apresente qualidade para seus clientes e rentabilidade para os empresários no município de Tabatinga-AM.

Um dos importantes fatores analisados observado durante a visita às olarias, apesar de ficar sempre um funcionário responsável para tirar pedaços de raízes, gravetos, pedras entre outras impurezas que ficam no barro ao passar pelas esteiras, as máquinas eram paralisadas diversas vezes para que essas impurezas fossem retiradas da saída da boquilha na extrusora, pois ficavam presas e danificavam as peças fabricadas que eram colocadas de volta na extrusora para o retrabalho. Esse fato influencia diretamente na quantidade de peças produzidas e no tempo gasto no processo. Outro fator que gera grandes perdas nesse setor é a falta de acompanhamento da qualidade na manipulação da matéria-prima.

Esses problemas podem ser resolvidos se a triagem feita durante o processo de preparação da argila for mais rigorosa retirando as impurezas que não são eliminadas pelas máquinas e se a mistura das massas for adequada, ou seja, forem feitas em proporções corretas.

Percebeu-se que as empresas não possuem um planejamento definido da quantidade e do tipo de peças produzidas semanalmente. Um planejamento operacional desse pode dar mais agilidade ao processo e ajuda a alcançar metas traçadas no plano aumentando o índice de produção uma vez que o tempo será mais bem aproveitado.

5.4 - IMPORTÂNCIA DO SETOR DE CERÂMICA VERMELHA EM TABATINGA

Desde a antiguidade o homem busca alternativas de produtos que colaborem na construção de abrigos confortáveis e que apresentem uma boa qualidade, diante disso, o setor oleiro cerâmico visa pôr no mercado produtos como o tijolo, que vem a milhares de anos sendo um importante integrante na construção de um abrigo seguro e com grande durabilidade.

Esse conforto e durabilidade vem sendo aprimorado a cada ano com desenvolvimento de novas técnicas garantindo a qualidade do produto, por isso, nessa pesquisa de campo buscou-se analisar a influência do setor de cerâmica vermelha na cidade de Tabatinga, discutindo-se sobre a demanda e qualidade do produto cerâmico nas empresas que produzem e vendem, pois o SEBRAE (2008) diz que é aceito como fato que o sucesso e o futuro de uma empresa dependem do nível de aceitação de seus produtos e serviços prestados aos consumidores, da sua capacidade de tornar acessíveis esses produtos nos pontos de venda adequados ao mercado potencial - na quantidade e na qualidade desejadas e com preço competitivo e do grau de diferenciação entre sua oferta de produtos e serviços frente à concorrência direta e indireta.

Para averiguar como ocorre essa aceitação pelo mercado consumidor de Tabatinga selecionou-se aleatoriamente duas e/ou três ruas de cada bairro para se determinar e comparar o percentual de casas, estabelecimentos comerciais, apartamentos construídos a partir de tijolo cerâmico e em madeira.

Os bairros onde coletaram-se as amostras foram: Brilhante, Portobrás, D. Pedro I, São Francisco, Tancredo Neves, Rui Barbosa, Santa Rosa, GM3, Ibirapuera, Nova Esperança, Comunicações, Vila Nobre, Vila Paraíso, Vila Verde, Comara, Centro e as comunidades rurais indígenas de Umariacú I e II.

Na Tabela 5.8 e gráfico da Figura 5.4 é possível constatar que em quase todos os bairros, exceto Santa Rosa e a comunidade indígena de Umariacú I, o número e percentual de casas construída a partir do tijolo cerâmico é bem maior que as casas construídas com madeira. Fato que deixa evidente a relevância desse setor na vida do

cidadão Tabatinguense, influenciando diretamente na sua forma de moradia. Além, de ser fator determinante na modificação da cultura, forma de moradia, do povo tikuna que habita as comunidades rurais de Umariacú I e II, pois a décadas suas moradias eram feitas em sua maioria de palha e madeira, hoje com a presença do setor oleiro na cidade e com as facilidade de adquirir os produtos essa cultura vem sendo aos poucos modificada e tem tomado novos rumos quanto ao tipo de moradia considerada mais segura e adequada para sua sobrevivência.

Tabela 5.8 - Número e percentual de construção feitas de tijolo cerâmico e de madeira nos bairros de Tabatinga.

Bairro	Construções em alvenaria		Construções em madeira		Total	
	Quant.	Porcent.	Quant.	Porcent.	Quant.	Porcent.
Brilhante	134	81,21%	31	18,79%	165	100%
Portobrás	76	81,72%	17	18,28%	93	100%
D. Pedro I	70	81,4%	16	18,6%	86	100%
São Francisco	184	83,64%	36	16,36%	220	100%
Santa Rosa	26	27,96%	67	72,04%	93	100%
Tancredo Neves	305	74,75%	103	25,25%	408	100%
GM3	127	70,17%	54	29,83%	181	100%
Rui Barbosa	225	69,4%	99	30,6%	324	100%
Comunicações	225	83,64%	44	6,36%	269	100%
Ibirapuera	125	78,125%	35	21,875%	160	100%
Nova Esperança	183	72,9%	68	27,1%	251	100%
Vila Nobre	51	57,95%	37	42,05%	88	100%
Vila Paraíso	66	69,47%	29	30,53%	95	100%
Vila Verde	108	65,06%	58	34,94%	166	100%
Centro	231	95,45%	11	4,55%	242	100%
Comara	84	53,16%	74	46,84%	158	100%
Umariacú I	62	33,70%	122	66,30%	184	100%
Umariacú II	81	51,27%	77	48,73%	158	100%

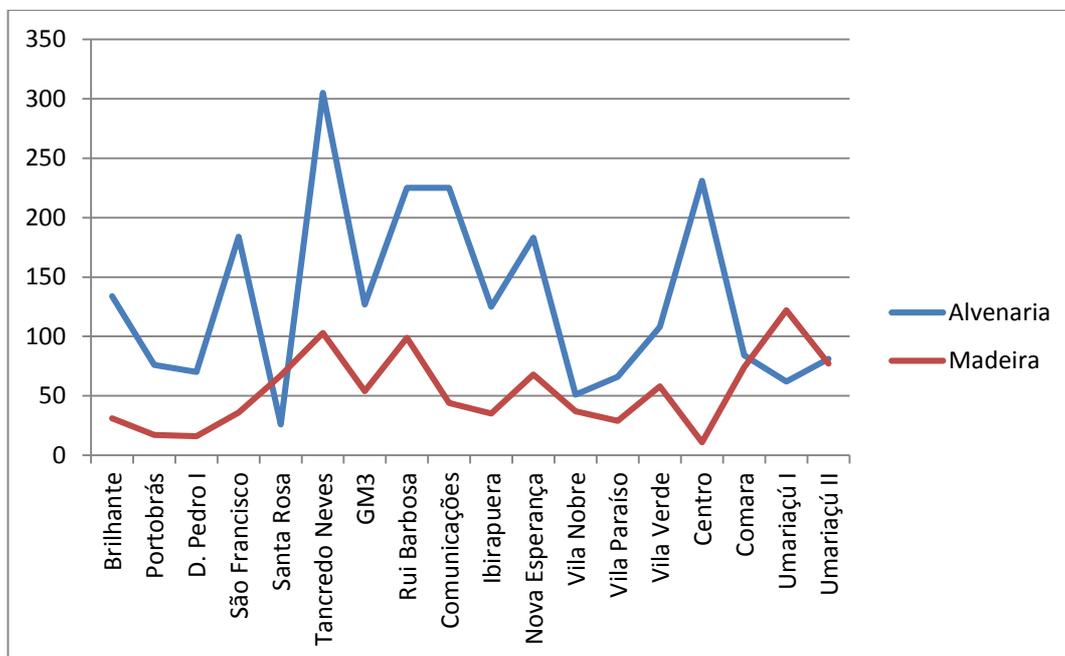


Figura 5.4 - Número de construção feitas de tijolo cerâmico e de madeira nos bairros de Tabatinga.

Nas conversas informais com alguns consumidores de tijolos cerâmicos de diferentes bairros buscou-se responder a questionamentos na tentativa de saber um pouco do que pensam os consumidores de tijolo fabricados em Tabatinga, pois uma identificação mais precisa do perfil dos clientes e consumidores atuais e potenciais, bem como dos meios e das ferramentas que podem ser utilizadas para atingir (fisicamente) e atender esses mercados ajudam o empresário a concentrar seus investimentos, suas ações e seus esforços de marketing e vendas nos produtos/serviços, mercados, canais e instrumentais que lhe garantam maior probabilidade de aceitação, compra e, principalmente, fidelização de consumidores. Esta é, indiscutivelmente, uma das principais razões do sucesso das empresas de qualquer porte, (SEBRAE, 2008).

Desta maneira, foram utilizados os seguintes questionamentos em conversas com os consumidores como: você já comprou tijolos cerâmicos para algum tipo de obra? O que você acha do preço do tijolo? Quanto a qualidade é boa ou não? Por que você optou por comprar tijolo cerâmico para sua construção e não madeira? Como você avalia se o tijolo é de boa qualidade ou não? Qual sua preferência de olaria na hora de comprar?, que visam trazer informações relevantes para os empresários como um todo.

Para SEBRAE (2008), a maior parte dos empresários que gerem micro e pequenas empresas não tem uma compreensão ampla sobre características, desejos, necessidades e expectativas de seus consumidores e de seus clientes atuais (por

exemplo, os inúmeros intermediários que participam da cadeia produtiva entre o produtor e os consumidores finais). Conseqüentemente, esses empresários tendem a desenvolver produtos, colocar preços e selecionar canais de distribuição a partir de critérios que atendem à sua própria percepção (às vezes, parcial e viesada) sobre como deve ser seu modelo de negócios.

Na conversa com os consumidores foram entrevistados 100 pessoas de diferentes bairros de Tabatinga, destes 100% responderam que já haviam comprado tijolo para algum tipo de construção e, 90% concordam que o preço do mesmo é alto, que as empresas poderiam vendê-lo mais barato.

E quando foram indagados quanto a qualidade, 70% responderam que o produto é de boa qualidade, outros 10% que é de péssima qualidade, por que chega muito quebradiço no local da obra, é o melhor que temos na cidade. O de cimento é bem melhor, mais o preço está muito caro. E 20 % disseram que a qualidade é razoável dependendo de cada lote de produção, “tem uns que são bons e outros que não se pode nem tocar com a colher que ele se quebra”. Porém, segundo eles na cidade ainda não se viu ou ouviu falar que alguma casa construída de tijolo cerâmico tenha desabado ou algo parecido.

Segundo o SEBRAE (2008) constata-se que a grande maioria das vendas de produtos cerâmicos é feita entre as indústrias produtoras e construtoras, lojas de materiais de construção e proprietários de obras. Estes compradores de cerâmica vermelha tomam suas decisões de compra a partir da combinação dos valores que eles definem para os atributos que esperam e avaliam no produto. Como exemplos:

- As construtoras levam em consideração, no momento da compra, sobretudo as normas técnicas, entre as quais priorizam dimensões, resistência, absorção da água, área líquida etc.
- Os proprietários de obras, em sua maioria, tomam suas decisões de compra a partir das opiniões dos pedreiros, que valorizam mais a resistência do produto.

Assim, percebe-se que a comercialização da cerâmica vermelha, mais especificamente de tijolos, depende do equacionamento entre as dimensões técnicas: peso, adsorção de água, cor, área líquida, preço de mercado, garantia, prazo de entrega e resistência, (SEBRAE, 2008).

Em relação a comprar tijolo ou madeira para a construção, disseram que toda pessoa que vai construir procura avaliar o que vai ser mais vantajoso se comprar tijolo ou madeira. E tendo por base esse fato começa-se a avaliar as vantagens com construção

em alvenaria e em madeira. E dizem que apesar do tijolo ser mais caro, as facilidades para compra-lo é melhor do que comprar madeira. O tijolo é um material mais durável do que a madeira, e não precisam fazer reformas constantemente como a madeira. A casa construída de tijolo dura a vida toda, fica para filhos e netos, e quanto a de madeira você constroi e depois de 4 a 5 anos já tem que fazer reforma. Se refletirmos sobre o assunto veremos que a madeira está muito mais cara do que o tijolo se compararmos o tempo de duração.

Se o individuo compra madeira para fazer sua casa, ele pagará um preço alto por um produto que em uns cinco anos já terá que fazer uma reforma geral e deverá fazer nova construção tendo que comprar novamente a madeira. Sendo que na cidade há poucas madeireiras e não tem um plano de manejo florestal para repor as madeiras que são tiradas da floresta ficando a cada ano mais difícil obter madeira de boa qualidade, uma vez que a escassez de madeira cresce constantemente. Assim 98% dos entrevistados preferem construir com tijolos e 2% com madeira.

A demanda crescente de habitações e obras de infra-estrutura mudou o padrão construtivo do período colonial, forçando a substituição da madeira por tijolos e telhas nas edificações, tanto por razões sanitárias, como pela própria escassez dessa matéria-prima, (APL-SE, 2008).

Apesar do milheiro de tijolo ser caro, o consumidor pode ir pagando aos poucos até completar o total que ele precisa para sua construção. Além disso, uma casa construída em alvenaria leva muitos anos para se deteriorar, dessa forma, vale a pena pagar um valor maior por um produto considerando o custo benefício na obra. SEBRAE (2008) reforça esse pensamento ao colocar que apesar das limitações no poder de compra dos brasileiros com menor renda, a pesquisa identificou que estes continuam comprando o material porque é uma necessidade. Nos anos mais recentes, o aumento da oferta de crédito para aquisição de material também estimulou esse movimento.

Saber o perfil do consumidor é indispensável ao empresário que visa antecipar tendências que contribuirão para a tomada de decisões futuras com a criação de estratégias a serem seguidas pela empresa para melhorar seu campo de atuação fidelizando cada vez mais clientes, pois segundo SEBRAE (2008), isso faz com que essas empresas possam se desenvolver, crescer e lucrar com maior segurança e tranquilidade, apoiados em informações que possibilitam a melhoria na qualidade da tomada de decisões gerenciais.

A cadeia de consumo dos produtos cerâmicos (especificamente tijolos) é composta por consumidores diretos e indiretos, mas a decisão sobre o que comprar depende da opinião das construtoras, das lojas de materiais de construção e dos pedreiros. Portanto, se o setor produtivo de cerâmica obtiver uma leitura clara sobre como estes consumidores, individual ou coletivamente, valorizam e/ou equacionam os atributos considerados no produto, lhe faltará apenas uma metodologia que permita ajustar o processo produtivo de acordo com as necessidades dos consumidores, (SEBRAE, 2008).

Esse setor de cerâmica contribui para a geração de emprego, renda e tributos na cidade de Tabatinga melhorando a qualidade de vida da população local.

Ao serem indagados a respeito da maneira que avaliavam a qualidade dos tijolos, 47% dos consumidores responderam que batem no tijolo e dependendo do som que emite a peça eles sabem se esta bem assado ou não e outra observação é feita através da fragilidade do produto, quando você pega o tijolo e ele se quebra rapidamente ou não; 38% verificam quando a espessura, se é muito fina não tem uma boa resistência. A cor do tijolo também é fator determinante na hora da compra, para ser bom precisa ser bem vermelho, pois se estiver branco pode não ter sido bem assado. Já 10% analisam todos os itens citados anteriormente, que são: o som emitido, a fragilidade e a cor dos tijolos.

Dos 100 entrevistados, 50%, afirmaram preferir comprar tijolos na olaria C, por que são os que estão sendo melhor assados. Os outros 50% disseram que a escolha do local de compra varia, ou seja, que eles não tem uma preferência pela empresa fabricante uma vez que verificam qual delas estão produzindo produtos com mais qualidades, existe época que uma olaria produz tijolos de muito boa qualidade, mas em outros períodos essa mesma olaria produz tijolos muito frágeis, por isso, tem-se que verificar primeiro antes de comprar.

5.5 - SUGESTÕES PARA MELHORAR A QUALIDADE DO TIJOLO PRODUZIDO EM TABATINGA

Com o intuito de melhorar a qualidade do produto fabricado nas cerâmicas vermelhas de Tabatinga, propõem-se aqui algumas alternativas que podem ajudar os proprietários das empresas a por em prática algumas ações que poderão proporcionar resultados mais satisfatórios na produção e lucratividade da empresa.

- Fazer os funcionários se sentirem “peça fundamental” no processo da política organizacional das empresas, que a estes sejam oferecidos cursos de aperfeiçoamento profissional, reuniões mensais para avaliar o desenvolvimento produtivo e de vendas de cada mês. E com base no auto ou baixo rendimento das empresas nos meses avaliados inserir o sistema de bonificação para os trabalhadores quando aumentarem a produção e quando os mesmos alcançarem metas traçadas em reuniões mensais mostrando que o funcionário é importante para a empresa proporcionando ao mesmo sentir-se motivado a ser como um colaborador que tenha participação na lucratividade da empresa.

- Criar o fluxograma do processo produtivo e colocar em locais estratégicos para que todos os funcionários saibam como funciona cada fase do processo, detalhando como agir em cada etapa.

- Sistematizar a manutenção periódica preditiva e preventiva de toda a linha de produção.

- Aumentar a segurança contra acidentes e prevenir as doenças causadas por exposição ao ambiente de trabalho.

CAPITULO 6

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

6.1 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caracterização da matéria-prima usada no município de Tabatinga mostrou na análise granulométrica que o percentual de sílica está dentro do padrão estabelecido nas normas brasileiras. A Difração de Raios-X das amostra de argilas branca, vermelha e na mistura de ambas evidenciou-se a presença dos minerais quartzo, ilita, caulinita e goethita.

Na análise das propriedades físico-mecânicas constatou-se que a mistura 2 (30% AB e 70% AV), é a massa adequada a se fazer nas olarias estudadas.

As três olarias localizadas no centro urbano de Tabatinga tem papel fundamental no desenvolvimento da economia do município pela geração de emprego direto e indireto e por abastecer o mercado da construção civil da cidade. Elas exploram a argila dentro da área da empresa seguindo orientações do Instituto de Proteção Ambiental da Amazonas (IPAAM), uma vez que são monitoradas via satélite e devem agir de maneira racional no uso do solo, respeitando todas as determinações dadas pelos técnicos.

Em grande parte do terreno de duas das empresas onde já foi retirada a matéria-prima, os proprietários fizeram aterros e lotearam os terrenos para a venda. Para a produção de tijolos os empresários não usam medida exata ou padronizada, e a mistura das argilas são feitas com base no conhecimento empírico do oleiro, o que pode gerar produto despadronizado, de qualidade e resistência diferentes.

As empresas não possuem certificado de garantia de qualidade dos tijolos produzidos. Com o certificado de qualidade as empresas ganhariam a credibilidade e mais confiança do consumidor. Mas para que obtenha o certificado estas precisam fazer um investimento alto adequando-se aos padrões de qualidade exigido nas normas internacionais. Há necessidade de modernização das empresas integradas ao sistema de qualidade que atendam o sistema da ISO 9000 reduzindo os desperdícios e controlando todo o processo produtivo de forma direta.

As olarias dispõem de pouca tecnologia no processo de produção, detectou-se apenas em uma o uso de empilhadeiras que colabora na agilização do trabalho e diminui a quantidade de funcionários para o empilhamento de tijolos na secagem e queima. Os

investimentos em tecnologias estão fora do alcance dos pequenos empresários, pois Tabatinga encontra-se distante dos grandes centros de distribuição de maquinários e o acesso ao município se faz somente via fluvial e aéreo o que inviabiliza a modernização das fábricas.

Nas empresas estudadas é perceptível a necessidade de se reduzir as perdas no processo de produção, melhorar as condições de trabalho dos funcionários e reduzir também os impactos ambientais gerados pelos resíduos lançados ao meio ambiente.

Em Tabatinga, o setor da construção civil vem se desenvolvendo a todo vapor. E a demanda por tijolos aumentando. Em contra partida, não existem trabalhos voltados ao setor de produção de cerâmica vermelha no município, visto que ele fornece tijolos, lajotas, comungou, para toda construção em alvenaria, abastecendo a tríplice fronteira: Tabatinga, Letícia e Santa Rosa.

Portanto, da produção à distribuição dos tijolos, a logística das empresas encontram dificuldades de acesso até o consumidor. Isso faz com que se tenham mais gastos e aumento do preço final.

6.2 - SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

Este trabalho destacou o estudo sobre as propriedades físico-químicas nas olarias de Tabatinga com o objetivo de determinar a mistura ideal para a produção de blocos cerâmicos furados. Assim, para futuras pesquisas nessa linha, apresenta-se algumas sugestões:

- a.** Elaborar um estudo de viabilidade econômica para os próximos 10 anos sobre a produção de cerâmica vermelha, levando em consideração todas as etapas do processo, incluindo a queima e o transporte.
- b.** Desenvolver uma pesquisa para verificar a disponibilidade da material-prima (argila) para produzir tijolo cerâmico nos próximos 20 anos.
- c.** Realizar um estudo visando a automatização das etapas do processo produtivo.
- d.** Desenvolver pesquisa sobre os possíveis impactos da implementação do tijolo de cimento para substituir o tijolo cerâmico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. G. de. **Contabilidade Geral e de Custos**. Editora Sol. São Paulo, 2014.

ARAGÃO, A. P. **Modelagem e simulação computacional de processos produtivos: o caso da cerâmica vermelha de Campo dos Goytacazes, RJ**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes: RJ, 2011.

ARRANJO PRODUTIVO LOCAL DE CERÂMICA VERMELHA SERGIPANA. **Plano de desenvolvimento do arranjo produtivo de cerâmica vermelha sergipana**. Aracajú- Dezembro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA, (2004). **Anuário Brasileiro de Cerâmica**. São Paulo, 133p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. **Informações técnicas**. 2011. Disponível em <http://www.abceram.org.br/asp/abc_57.ap>. Acesso em 10 mar. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6220: Materiais refratários densos conformados: Determinação da densidade de massa aparente, porosidade aparente, absorção e densidade aparente da parte sólida**. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **Requisitos. NBR ISO 9001**. Rio de Janeiro, 2000.

_____. **Sistema de gestão de qualidade: fundamentos e vocabulário. NBR ISO 9000**. Rio de Janeiro, 2000.

_____. **NBR 7181: Solos- Análise granulométricas: método de ensaio**. Rio de Janeiro, 1984.

_____. **NBR 7181: Solos- Determinação dos limites de plasticidade: Método de ensaio**. Rio de Janeiro, 1984.

_____. **Telha cerâmica. Determinação do dimensional. NBR 8038**. Rio de Janeiro, 1985.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA. **Curso: “A implantação de controles para a melhoria da qualidade de produto cerâmico”**. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERAMICA PARA REVESTIMENTO. **Panorama da indústria cerâmica brasileira**. São Paulo, 1999.

AZEVEDO, F. de F. M. de; SOUZA, J. A. da S.; SOUSA, W. M. N. L. **Ensaio em argilas caulínicas para a melhoria das telhas prensadas na indústria de cerâmica vermelha**. Departamento de engenharia Química – Universidade Federal do Pará. Campus do Guamá – Belém, 2001.

BARBOSA, C. M.; BROCHADO, M.R.& PITHON, A. J. C. (2008) **Redes de Empresas: proposta do modelo de central de massas para o pólo ceramista de Itaboraí-RJ**. In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção-ENEGEP.

BAUER, L.A.F. **Materiais de construção**. 5 Ed. LTC. Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro, 1994. 935 p.

BELLINGIERI, J. C.. **A indústria cerâmica em São Paulo e a ‘invenção’ do filtro de água: um estudo sobre a Cerâmica Lamparelli – Jaboticabal (1920-1947)**. V Congresso Brasileiro de História Econômica, 6ª Conferência Internacional de História de Empresas, Associação Brasileira de Pesquisadores em História Econômica - ABPHE, Caxambu, 2003.

BITENCOURT, Edson Raupp de. **Utilização de matéria-prima alternativa na fabricação de tijolos de argila vermelha e branca**. Dissertação de Mestrado de Engenharia de Materiais da Universidade do Estado de Santa Catarina-Joinville, 2004.

BORRONI, M.; CHIARA, A.D.; CHIARA, G. D. **Curso de formação para profissionais da indústria de cerâmica vermelha: a tecnologia do processo de produção na indústria de cerâmica vermelha**. Florianópolis: ACIMAC, 2000. 206p.

CARVALHO, M. T.; LIMA, W. T. de; NASCIMENTO, M. do. **Impactos Ambientais Resultantes da Extração de Argila nas Olarias em Tabatinga-Am**. Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade do Estado do Amazonas, 2012.

CENTRO CERÂMICO DO BRASIL. **Critérios do Check List para avaliação de telhas cerâmicas**. São Paulo, 2001.

CHIAVENATO, I. **Gerenciando pessoas**. 3. Ed. Makron Books. São Paulo, 1997.

DANTAS, Antônio de Pádua Arlindo. **Utilização de resíduos de rochas na produção de cerâmica branca**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande no Norte. 2008.

D'ANTONA, R. de J. G. *et al.* **Projeto materiais de construção na área Manacapuru – Iranduba – Manaus – Careiro: domínio Baixo Solimões**. Manaus: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2007.

DONEGÁ, V. L. **Economia e mercado**. Editora Sol. São Paulo, 2011.

DUTRA, R. G. **Custos: uma abordagem prática**. 5. Ed. Atla. São Paulo, 2003.

FERNANDES, A. L. **Gerenciamento de pessoas**. Sol. São Paulo, 2012.

FISCHER, R.; URY, W. **Como chegar ao sim: a negociação de acordos sem concessões**. Imago. Rio de Janeiro, 1985.

FRANCO, M. de A. R. **Planejamento ambiental para cidade sustentável**. Annablume/FAPESP. São Paulo. 2001.

GONÇALVES, A. M. M. **Avaliação de Impactos Ambientais e Gerenciamento de Riscos**. Editora Sol. São Paulo, 2015, 128 p.

GOMES, D. R. **Mapeamento de processos como ferramenta de avaliação de processo produtivo**. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia da Produção. Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Campos-RJ, 2009. Disponível em: <http://www.uenf.br/Uenf/Downloads/LEPROD_6958_1251232430.pdf>. Acesso em 15 de abril 2015.

GOMES, D. R.; SOUZA, S. D. C. de. **Mapeamento do processo de produção em uma fábrica do polo de cerâmica vermelha do Norte Fluminense**. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção- Maturidade e Desafios da Engenharia de Produção: competitividade das empresas, condições de trabalho. São Carlos, SP, Brasil, 12-15 de outubro de 2010.

GRIM, R. E. **Clay Mineralogy**. 2. Edição. New York, McGraw-Hill, 596 p, 1968.

GUERRA D.L.; LEMOS, V.P.; ANGÉLICA, R.S.; AIROLD, C. **Influência da razão Al/Argila no processo de pilarização da esmectita.** *Cerâmica*, v.52, n.323, p.200-206, 2006.

GUIA TÉCNICO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA. Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/producao_sustentavel/GUIAS_TECNICOS_AMBIENTAIS/guia_ceramica.pdf> Acesso em: 04 de maio de 2016.

HERNANDES, José Luís Guagliardi. **Gestão da cadeia de suprimentos na área de saúde.** São Paulo: Editora Sol, 2015.

HILDELBRANDO, E. A; SOUZA, J. A.S; NEVES, R. F. **Aplicação do rejeito do processo Bayer (lama vermelha) como matéria-prima na indústria de cerâmica estrutural- Estudos preliminares.** *Cerâmica*, v. 44, n. 285/286. P.44, 1998.

_____. **Aplicação do rejeito do processo Bayer (lama vermelha) como matéria-prima na indústria de cerâmica industrial.** Universidade Federal do Pará- Departamento de Engenharia Química. Anais do 43º Congresso Brasileiro de Cerâmica. Fdb. e2 a 5 de junho de 1999-Florianópolis: Santa Catarina.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, (2010). Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/download/mapa_e_municipios.php?lang=&uf=am>>. Acessado em 15 de fev de 2016.

INSTITUTO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO AMAZONAS. Disponível em:<http://www.ipaam.am.gov.br/pagina_interna.php?cod=1>. Acessado em 03/03/2015.

JUNIOR, M. C.; MOTTA, J. F. M.; ALMEIDA, A. dos S.; TANNO, L. C. **Argilas para Cerâmica Vermelha.** Rochas e Minerais Industriais – CETEM, 2005.

KAWAGUTI, W. M. **Estudo do comportamento térmico de um forno intermitente tipo “paulistinha” utilizada na indústria de cerâmica vermelha.** Dissertação. Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

LEGGERINI, M. R. C. **Materiais Técnicas e Estruturas I.** Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2008. Disponível em<file:///C:/Users/ADMIN/Desktop/estruturas_i_capitulo_II_materiais_ceramicos.pdf> Acessado em: 23 de maio 2016.

LOSSO, I. R. E.; ARAÚJO, H. N. **Comparação entre custos de alvenarias de blocos cerâmicos comercializados.** In: Anais do 5th International Seminar on Structural Masonry for Developing Countries. Florianópolis, 1994.

MACIEL, C. F. **A natureza das inovações tecnológicas no Polo-Cerâmico de Iranduba (AM).** (Monografia) Departamento de Ciências Sociais da Universidade Federal do Estado do Amazonas, 2010.

MACIEL, C. F. *et al.* **Os donos do barro: reflexão sobre as artimanhas do capital no Polo oleiro-cerâmico da Região Metropolitana de Manaus.** Somanlu, ano 11, n. 1, jan./jun. 2011.

MARTINS, E.; ASSAF NETO, A. **Administração financeira.** Atlas. São Paulo, 1991.

HOSTOMSKY, J., GIULIETTI, M., NYVLT, J. **Cristalização.** São Carlos, EDUFSCar, 2001.

MÁS, E. **Diagnóstico das matérias primas e metodologia da extração das matérias-primas.** Qualidade e tecnologia em cerâmica vermelha. São Paulo, Pólo Produções, 2002. 3 v.

MATOS, F. G. **Negociação gerencial: aprendendo a negociar.** Rio de Janeiro: José Olympio, 1989.

KINGERY, B.U. **Introduction to Ceramics.** 2nd Edition, New York, John Wiley, 1976.

MELLO, I. S. *et al.* **Revisão sobre argilominerais e suas modificações estruturais com ênfase em aplicações tecnológicas e adsorção- Uma pesquisa inovadora em universidades.** Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta, v.9, n.1, p.141-152, 2011.

MINEROPAR- MINERAIS DO PARANÁ S/A. **Perfil da indústria de cerâmica no Estado do Paraná.** IPARDES. Curitiba, 2000.

MIRANDA, M. **Negociando para ganhar: um programa prático, orientado para resultados imediato.** São Paulo: Workshop, 1999.

MORAIS, D. M. de; SPOSTO, R. M. **Propriedades tecnológicas e mineralógicas das argilas e suas influenciadas na qualidade de blocos cerâmicos de vedação que abastecem o mercado do Distrito Federal.** Publicado em Cerâmica Industrial, 11 (5/6) Setembro/Dezembro, 2006.

MOTTA, J. F. M.; ZANARDO, A.; CABRAL, M. **As matérias-primas cerâmicas. Parte I: o perfil das principais indústrias cerâmicas e seus produtos.** Cerâmica industrial, v.6, n. 2, p. 28-39, mar./abr., 2001.

MOTTA, J. F. M.; JUNIOR, M. C.; TANNO, L. C. **Panorama das matérias-primas utilizadas na indústria de revestimento cerâmico: Desafios ao setor produtivo.** Divisão de Geologia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Cerâmica Industrial, 3 (4-6) junho/dezembro, 1998.

MOTTA, J. F. M. *et al.* **As matérias-primas cerâmicas. Parte II: Os minerais industriais e as massas da cerâmica tradicional.** Revista Cerâmica Industrial, v. 7, n. 1, p. 33-40, jan/fev, 2002.

OLIVEIRA, M. C.; MAGANHA, M. F B. **Guia técnico ambiental da indústria de cerâmicas branca e de revestimentos.** São Paulo : CETESB, 2006.

OLIVEIRA, S. M. **Avaliação dos blocos e tijolos cerâmicos do Estado de Santa Catarina.** 1993. 136 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

PASCHOAL, J. A. A. **Estudos de parâmetros de qualidade para cerâmica estrutural vermelha.** Dissertação de Mestrado em Construção Civil da Universidade Federal de São Carlos, 2004.

PASCHOAL, J. A. A.; SALES, A. **Estudo de parâmetros de qualidade para a cerâmica estrutural vermelha.** III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. GEC UFSCar, São Carlos- SP: 16 a 19 de setembro de 2003.

PATIRE NETO, A. **Curso básico de cerâmica São Paulo:** Associação Brasileira de Cerâmica e Escola SENAI Mário Amato, 1994. 43 p.

PÉREZ, C. A. S.; ARDISSON, J. D.; BONATTO, D. **Caracterização de caulim do município de Quatro Irmãos, RS.** Revista CIATEC-UPF, vol.3 (1), p. p.35-43, 2013.

PINHEIRO, H. A.. **O trabalho e a vida dos homens do barro na Amazônia: trabalho precário e vulnerabilidade social dos oleiros em Iranduba (AM).** VI Jornada Internacional de Políticas Públicas, 2013.

PINHEIRO, S. I. **Beneficiamento e caracterização de resíduos gerados na produção de blocos cerâmicos visando a aplicação como adição pozolânica.** 2008. 152f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil). Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

PINTO, F. F. *et al.* **Simulação de custos no uso de fontes alternativas nas indústrias ceramistas de Manacapuru e Iranduba-AM.** Revista de Estudos Contábeis, Londrina, v. 3, n. 5. P. 99-119, JUL./DEZ. 2012.

PINNAVAIA, T. J.; BEALL G.W. **Polymer–Clay Nanocomposites**, John Wiley, 2000, 349p.

PIZZETTI, J. **O uso do benchmarking para o diagnóstico setorial: o caso da cerâmica vermelha estrutural do Sul de Santa Catarina referida a Portugal.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis, 1999.

PORTO ROSSI, M. A. **As argilas.** 2013. Disponível em: <www.portorossi.art.br/as_argilas.htm>.

QUEIROZ, A. B. de. **Manual para Controle de Emissão de Fumaça Escura em Fornos e Caldeiras de Pequena Capacidade.** Recife: CPRH, 2009. 19p.

QUEIROZ, Luiz F. T. **Efeito Da Quantidade de Areia Quartzosa no Processamento, Microestrutura e Propriedades da Cerâmica Vermelha Para Telhas.** Dissertação de Mestrado do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro do Curso de Engenharia e Ciência dos Materiais. Campos dos Goytacazes – RJ, 2009.

RIBEIRO, C. G. *et al.* **Estudo sobre a Influência da Matéria Orgânica na Plasticidade e no Comportamento Térmico de uma Argila.** Instituto Politécnico de Viana do Castelo, ESTG. Cerâmica Industrial, 9 (3) Maio/Junho, 2004.

RODRIGUES, M. M. B. **Proposta de modelo de qualificação evolutiva para empresa fabricante de bloco e telhas cerâmica vermelha (Estado de Santa Catarina).** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.

RODRIGUEZ, A. M. *et al.* **Cerâmica industrial.** 9 (01) Janeiro/Fevereiro, 2004.

SAMPAIO, E. P. M. **Mineralogia do solo.** Departamento de Geociências: Universidade de Évora, 2006.

SÁNCHEZ, L. E. **A diversidade dos conceitos de impacto ambiental e avaliação de impacto ambiental segundo diferentes grupos profissionais.** In: ENCONTRO

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

SANTOS, Ana Paula Zacarias. **Química ambiental**. Editora Sol. São Paulo, 2014.

SANTOS, C. S. **A indústria cerâmica em Barra bonita (SP) e sua relações com a Usina Hidrelétrica em Bariri: panorama e perspectiva**. Dissertação de mestrado em Geociências. Campinas-SP. Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas- Unicamp, 2003.

SANTOS, P. A. S. C. dos. **Disciplina: Materiais de Construção I do Curso: Arquitetura e Urbanismo do Centro de Ensino Superior do Amapá-CEAP**. 1992-1994. Disponível em: <<http://www.ceap.br/material/MAT16062011225448.pdf>>. Acessado em: 23 de maio de 2016.

SANTOS, P. S; SANTOS, H.S. **Ciência e tecnologia de argilas**. 2. Ed. Edgar Blucher. São Paulo, 3v. 1989-1992, 1089p.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental: Teoria e Prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SANTOS, P. S. **Argilas Plásticas para Cerâmica Vermelha ou Estrutural**. In: Ciências e Tecnologia de Argilas, 2ª edição revisada e ampliada, v.1, Cap 17, p. 393-408. Editora Edgard Blucher Ltda.

SANTOS, P. S. **Tecnologia de Argilas.v.2**. Aplicações cap. 17. p 393-405 Edgard Blücher.1975.

SANTOS, P. S. **Ciências e Tecnologia de Argilas**. V. 2 . Editora Edgar Blucher Ltda, S. Paulo (1992) p.506.

SERVIÇO DE APOIO À MICRO E PEQUENAS EMPRESAS-/ESPM. **Diagnóstico do polo oleiro cerâmico**. In: Cerâmica vermelha para a construção: telhas, tijolos e tubos - Estudos de mercado SEBRAE/ESPM, 2009.

_____. **Produtos em cerâmica para decoração e utilitários- Chamote- Como fator utilitários para a fabricação de elementos cerâmicos: um estudo experimental**. Estudos de mercado. Relatório Completo, Sebrae Nacional, São Paulo, 2008.

_____. **Manual para indústria de cerâmica vermelha; redução dos desperdícios e maior eficiência no setor.** Fascículo 1/ Roberto Segundo Enrique Castro Tapia. 2. Ed. Atual e aum. Rio de Janeiro: Sebrae/RJ, 2010.

SILVA, A. V. e. **Análise do processo produtivo dos tijolos cerâmicos no estado do Ceará- da extração da matéria-prima à fabricação.** Monografia do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza-CE, 2009.

SILVA; A. G. P. da. **Estrutura e Propriedades de Materiais Cerâmicos Capítulo VII: Propriedades Físicas-Porosidade e densidade de materiais cerâmicos, 2007.** Disponível em: < <http://aulas.e-agps.info/cmateriaispg/capitulo7.pdf>>. Acessado em: 04 de maio de 2016.

SILVA, M.A.C. **Racionalização da Construção: A evolução tecnológica e gerencial no Brasil.** Centro de Tecnologias de Edificações, São Paulo, 1993.

SILVA, R. A. O. *et al.* **Caracterização de uma argila caulinita proveniente do estado do piauí para aplicação em cerâmica.** Universidade Federal do Piauí/ UFPI. 62^a Reunião Anual da SBPC, 2010. Disponível em:< <http://www.sbpcnet.org.br/livro/62ra/resumos/resumos/2543.htm>>. Acessado em 14 de Maio de 2015.

SILVA, O. B. da. **Saúde Ambiental.** Editora Sol. São Paulo, 2014.

SINDICATO DA INDÚSTRIA OLARIA E CERÂMICA PARA CONSTRUÇÃO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL. **Relatório de pesquisa: diagnóstico da indústria de cerâmica vermelha no estado do RS, Porto Alegre, 2008, 60. P.**

SOARES, J.M.D.; TOMAZETTI, R. R.; TAVARES, I. S.; PINHEIRO, R. B. **Panorama sócio-econômico das indústrias de cerâmica vermelha da região central do Estado do Rio Grande do Sul.** Cerâmica industrial, v.9, n. 3, p. 39-46, maio/jun., 2004.

SOUZA, J. A. S. **Estudo e Avaliação do uso de Resíduos do Processo Bayer como material-prima na Produção de Agregados Sintéticos para a Construção Civil.** 148f. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia) – Universidade Federal do Pará. Belém, 2010.

SOUZA, S. D. C. **Uma abordagem evolucionária da dinâmica competitiva em arranjos produtivos locais.** Tese de Doutorado em Engenharia de Produção – Campos dos Goytacazes-RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF. 324p, 2003.

TRINDADE, P. **Análise do desempenho da economia oleiro-cerâmica do município de Iranduba.** Monografia. Faculdade de Estudos Sociais da Universidade Federal do Amazonas, 1999.