



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

TESE DE DOUTORADO

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO INDUSTRIAL DA CERÂMICA
VERMELHA NA REGIÃO DO SERIDÓ - RN**

GILBERTO BACCELLI JÚNIOR

PPgEM N°

**Natal/RN
Abril/ 2010**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA



PPGEM

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

TESE DE DOUTORADO

AVALIAÇÃO DO PROCESSO INDUSTRIAL DA CERÂMICA
VERMELHA NA REGIÃO DO SERIDÓ - RN

GILBERTO BACCELLI JÚNIOR

Orientadores:

Prof. Dr. Carlos Alberto Paskocimas

Prof. Dr. Rubens Maribondo do Nascimento

Tese nº /PPGEM

Natal RN – Abril/ 2010

GILBERTO BACCELLI JÚNIOR

AVALIAÇÃO DO PROCESSO INDUSTRIAL DA CERÂMICA
VERMELHA NA REGIÃO DO SERIDÓ - RN

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Mecânica na Área de Concentração de Tecnologia dos Materiais.

Orientadores:

Prof. Dr. Carlos Alberto Paskocimas

Prof. Dr. Rubens Maribondo do Nascimento

Natal/RN

2010

Divisão de Serviços Técnicos
Catalogação da Publicação na Fonte. UFRN / Biblioteca Central Zila Mamede

Baccelli Júnior, Gilberto.

Avaliação do processo industrial da cerâmica vermelha na região do Seridó-RN / Gilberto Baccelli Júnior. – Natal, RN, 2010.

200 f. : il.

Orientador: Carlos Alberto Paskocimas.

Co-orientador: Rubens Maribondo do Nascimento.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica.

1. Cerâmica – Indústria – Seridó (RN) – Tese. 2. Argila – Indústria – Tese. 3. Cerâmica (Tecnologia) – Tese. I. Paskocimas, Carlos Alberto. II. Nascimento, Rubens Maribondo do. III. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. IV. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 666.3(813.2)(043.2)

GILBERTO BACCELLI JÚNIOR

AVALIAÇÃO DO PROCESSO INDUSTRIAL DA CERÂMICA
VERMELHA NA REGIÃO DO SERIDÓ - RN

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte como requisito para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Mecânica na Área de Concentração de Tecnologia dos Materiais.

Aprovada em _____

BANCA EXAMINADORA

Dr. Marcio Luiz Varela Nogueira de Moraes, IFRN/Mossoró
Examinador Externo

Dr. Marcus Alexandre Diniz, IFRN/Natal
Examinador Externo

Dr^a Jaquelígia Brito da Silva, DEC/UFRN
Examinadora Interna

Dr Leonardo Flamarion Marques Chaves, DEC/UFRN
Examinador Interno

Dr. Carlos Alberto Paskocimas, UFRN
Orientador

Dr. Rubens Maribondo do Nascimento, UFRN
Co-Orientador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, Arquiteto do Universo, e tudo está contido nele, por ter me dado força e coragem para perseverar e por ter me mostrado caminhos e saídas em todos os momentos difíceis.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Carlos Alberto Paskocimas e Prof. Dr. Rubens Maribondo do Nascimento, pela confiança, pela amizade, pela oportunidade de poder, realizar este trabalho.

Aos meus pais, Gilberto Baccelli (in memorian), uma estrela no céu a iluminar o meu caminho e a minha Mãe, Affonsina Baccelli, um baluarte na família.

Ao meu irmão, Irineu Ansano Baccelli (in memorian), o incentivador de minha vida.

A minha esposa, Rosali Vale Baccelli, uma grande mulher, motivo de minhas vitórias.

Aos Examinadores externos, Prof. Dr. Marcio Luiz Varela Nogueira de Moraes (IFRN/Mossoró) e Prof. Dr. Marcus Alexandre Diniz (IFRN/Natal), pela valiosa contribuição no sentido de propor modificações e inclusões no conteúdo deste trabalho para torná-lo melhor e mais compreensivo.

Aos Examinadores internos, Prof.^a Dr.^a. Jaquelígia Brito da Silva (DEC/UFRN) e Prof. Dr. Leonardo Flamarion Marques Chaves, pela valiosa contribuição no sentido de propor modificações e inclusões no conteúdo deste trabalho para torná-lo melhor e mais compreensivo.

Ao CEFET-RN – Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, pela oportunidade de poder realizar esse trabalho.

Aos colegas Professores do CEFET-RN, pelo incentivo e motivação.

Aos colegas do curso de Doutorado, pela cumplicidade durante o período de estudo.

Ao meu filho, Alexandre Henrique Vale Baccelli, meu companheiro e amigo que muito cooperou para este sucesso.

Ao meu amigo Luciano Bet (in memorian), colega de Instituição, professor e um dos responsáveis por esta conquista.

Enfim, agradeço a todos aqueles que não permitiram que “eu voasse apenas em busca do alimento, mas ensinaram-me a voar”.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da produção brasileira de segmentos cerâmicos tradicionais	29
Figura 2 – Distribuição das regiões produtoras de cerâmica vermelha no RN	31
Figura 3 – Fluxograma do processamento cerâmico utilizado para a fabricação de blocos, telhas e tijolos.....	38
Figura 4 – Retroescavadeira em processo de escavação.....	39
Figura 5 A e B – Preparação de estoques reguladores de argila.....	41
Figura 6 A e B – Preparação da matéria prima em suas diversas fases.....	43
Figura 7 A e B – Preparação da matéria prima no caixão e desintegrador.....	44
Figura 8 A e B – Processo de extrusão da matéria prima na maromba	46
Figura 9 – Processo de marcação do produto	47
Figura 10 A e B – Processo de corte	48
Figura 11 A e B – Secagem em ambiente fechado – Cerâmico Ouro Branco / Ielmo Marinho/RN	51
Figura 12 A e B – Vista geral do pátio externo de secagem de telhas – Cerâmica São Severino / Parelhas/RN.....	51
Figura 13 – Gráfico dos tipos de fornos predominantes em cada cerâmica	53
Figura 14 – Gráfico da Percentagem de fornos existentes nas cerâmicas, de acordo com o tipo	54
Figura 15 – Forno Caipira: o mais usado no Rio Grande do Norte	55
Figura 16 – Forno Corujinha, tipo preferido na região do Assu.....	56
Figura 17 – Forno Igreja, tipo preferido na região do Assu e Grande Natal	56
Figura 18 – Forno Abóbada é usado em apenas quatro cerâmicas.....	57
Figura 19 – Forno reversível tipo abóbada circular.....	58
Figura 20 – Forno reversível tipo abóbada retangular.....	58
Figura 21 – Forno Hoffmann, um dos mais eficientes	59
Figura 22 – Vista superior do forno do tipo Hoffmann	60
Figura 23 – Caieira Queima Primitiva.....	60
Figura 24 – Forno tipo Túnel é o mais eficiente.....	61
Figura 25 – Forno tipo túnel	62
Figura 26 A e B – Vagonetes com material para ser encaminhada ao forno	63
Figura 27 – Forno do tipo plataforma Fonte: Justo (1999).....	63

Figura 28 – Redes Gasodutos das Malhas Nordeste I e II.....	65
Figura 29 – Curva de queima de cerâmica a base de argila.....	69
Figura 30 – Esquema do processo de produção de cerâmica vermelha	77
Figura 31 – A Reação em Cadeia de Deming.....	79
Figura 32 – Diagrama de Winkler	80
Figura 33 – Gráfico do Diagrama de Casagrande	82
Figura 34 – Gráfico do Nível de Escolaridade dos Trabalhadores.....	93
Figura 35 – Mapa das regiões e municípios com cerâmicas em atividades	105
Figura 36 – Mapa mostrando as regiões e municípios com cerâmicas em implantação/reimplantação	108
Figura 37 – Mapa mostrando as regiões e municípios com cerâmicas paradas	110
Figura 38 – Mapa mostrando as regiões e municípios com cerâmicas desativadas	111
Figura 39 – Cadeia Produtiva Simplificada.....	113
Figura 40 – Identificação da empresa	115
Figura 41 – Fluxograma do processo de fabricação de Telhas.....	117
Figura 42 – Argila.....	118
Figura 43 – Mistura	118
Figura 44 – Argila em descanso	119
Figura 45 – Caixa alimentador manual esteirão	120
Figura 46 – Desintegrador	121
Figura 47– Misturador	122
Figura 48 A e B – Laminador 1 e 2	123
Figura 49 – Maromba-Extrusora	125
Figura 50 – Bomba de Vácuo	125
Figura 51 A e B – Cortador automático de esteira	126
Figura 52 A e B – Transporte do produto verde.....	127
Figura 53 A e B – Secagem natural a céu aberto (pátio).....	128
Figura 54 A e B – Secagem natural em galpões.....	129
Figura 55 – Carregamento para enforna.....	130
Figura 56 A e B – Enforna de material para queima	131
Figura 57 A, B, C e D – Queima	131
Figura 58 – Desenforna	132
Figura 59 – Estoque de telhas de primeira.....	132
Figura 60 – Estoque de telhas de segunda	133

Figura 61 – Telhas Sinterizadas.....	133
Figura 62– Identificação da empresa	135
Figura 63 – Fluxograma do processo de fabricação de tijolo	137
Figura 64 – Fluxograma fotográfico do processo de fabricação	139
Figura 65 – Tijolos Sinterizados.....	140
Figura 66 – Identificação da empresa	142
Figura 67 – Fluxograma do processo de fabricação de Tijolos e Telhas.....	144
Figura 68 – Fluxograma fotográfico do processo de fabricação	147
Figura 69 – Telhas Sinterizadas.....	147
Figura 70 – Difratoograma das matérias-primas	150
Figura 71 – Curvas termodiferenciais.....	151
Figura 72– Análise granulométrica das matérias-primas	153
Figura 73 – Curvas de Gresificação das formulações B, C, D, E, F desenvolvidas	156
Figura 74 – Difratoograma das matérias-primas	158
Figura 75 – Curvas termodiferenciais (a), (b) e (c)	160
Figura 76 – Análise granulométrica da matéria-prima	161
Figura 77 – Curvas de Gresificação das formulações D, E, F e G desenvolvidas...	164
Figura 78 – Difratoograma das matérias-primas	166
Figura 79 – Curvas termodiferenciais.....	167
Figura 80 – Análise granulométrica das matérias-primas	170
Figura 81 – Curvas de Gresificação das formulações A, B, C, D, E e F estudadas	173

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais setores cerâmicos, matérias-primas utilizadas e características dos processos de fabricação	28
Tabela 2 – Segmentos cerâmicos nacionais e suas respectivas produções	30
Tabela 3 – Secagem nas cerâmicas do Rio Grande do Norte.....	52
Tabela 4 – Tipos de fornos predominantes em cada cerâmica.....	53
Tabela 5 – Balanço geral dos tipos de fornos existentes nas cerâmicas em atividade	54
Tabela 6 – Composição simplificada do GN de Guimarães/RN	68
Tabela 7 – Propriedades físico-mecânicas dos corpos de prova queimados com forno resistivo com GLP a 950 °C	71
Tabela 8 – Composição granulométrica dos produtos de cerâmica vermelha	81
Tabela 9 – Balanço de pessoal consumo de lenha e argila, e de produção, por região (mensal).....	84
Tabela 10 – Situação das cerâmicas por município e região de abrangência.....	86
Tabela 11 – Balanço da indústria cerâmica em Parelhas e no RN	87
Tabela 12 – Balanço da indústria cerâmica em Itajá e no RN	88
Tabela 13 – Balanço da indústria cerâmica em São Gonçalo do Amarante e no RN.	89
Tabela 14 – Balanço da indústria cerâmica em Carnaúba dos Dantas e no RN	90
Tabela 15 – Balanço da indústria cerâmica de Assu e no RN.....	91
Tabela 16 – Escolaridade dos trabalhadores	93
Tabela 17 – Cerâmicas em atividade.....	101
Tabela 17 A – Cerâmicas em atividade (continuação).....	102
Tabela 17 B – Cerâmicas em atividade (continuação).....	103
Tabela 17 C – Cerâmicas em atividade (continuação).....	104
Tabela 18 – Distribuição das cerâmicas em atividade por região	106
Tabela 19 – Cerâmicas em implantação/reimplantação	107
Tabela 20 – Cerâmicas Paradas.....	109
Tabela 21 – Cerâmicas Desativadas.....	110

Tabela 22 –	Empresas participantes da Região do Seridó/RN.....	112
Tabela 23 –	Principais Produtos da Região do Seridó/RN.....	113
Tabela 24 –	Principais fabricantes de telha colonial da Região do Seridó/RN.....	114
Tabela 25 –	Dados gerais da cerâmica.....	116
Tabela 26 –	Principal fabricante de tijolo da Região do Seridó/RN.....	134
Tabela 27 –	Dados gerais da cerâmica.....	135
Tabela 28 –	Principais fabricantes de tijolos e telhas da Região do Seridó/RN....	141
Tabela 29 –	Dados gerais da cerâmica.....	142
Tabela 30 –	Principais fabricantes de telha colonial da Região do Seridó.....	149
Tabela 31 –	Análise química semi-quantitativa das matérias-primas.....	149
Tabela 32 –	Limite de liquidez e limite de plasticidade da matéria-prima C1-2 ...	152
Tabela 33 –	Propriedades tecnológicas da massa coletada na cerâmica.....	153
Tabela 34 –	Formulação desenvolvida para estudo.....	154
Tabela 35 –	Propriedades tecnológicas estudadas.....	154
Tabela 36 –	Principal fabricante de tijolo da Região do Seridó/RN.....	157
Tabela 37 –	Análise química semi-quantitativa da matéria-prima.....	157
Tabela 38 –	Limite de liquidez e limite de plasticidade da matéria-prima AT.....	160
Tabela 39 –	Propriedades tecnológicas da massa coletada na cerâmica.....	162
Tabela 40 –	Formulação desenvolvida para estudo.....	162
Tabela 41 –	Propriedades tecnológicas estudadas.....	163
Tabela 42 –	Principais fabricantes de tijolos e telhas da Região do Seridó/RN....	165
Tabela 43 –	Análise química semi-quantitativa das matérias-primas.....	165
Tabela 44 –	Limite de liquidez e limite de plasticidade da matéria-prima C3-2 ...	168
Tabela 45 –	Limite de liquidez e limite de plasticidade da matéria-prima C3-3 ...	168
Tabela 46 –	Propriedades tecnológicas da massa coletada na cerâmica.....	170
Tabela 47 –	Formulação desenvolvida para estudo.....	171
Tabela 48 –	Propriedades tecnológicas estudadas.....	171
Tabela 49 –	Ficha Avaliativa Data: 20 e 23/10/2008 – C1.....	176
Tabela 50 –	Ficha de Controle.....	179
Tabela 51 –	Ficha de Controle do Forno Estudado.....	179
Tabela 52 –	Relatório diário – C1.....	180
Tabela 53 –	Ficha Avaliativa Data: 20 e 23/10/2008 – C2.....	182
Tabela 54 –	Ficha de Controle.....	185
Tabela 55 –	Ficha de Controle do Forno Estudado.....	185

Tabela 56 – Relatório Diário – C2	186
Tabela 57 – Ficha Avaliativa Data: 21 e 22/10/2008 – C3	188
Tabela 58 – Ficha de Controle	191
Tabela 59 – Ficha de Controle do Forno Estudado	191
Tabela 60 – Relatório Diário – C3	192

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APL	Arranjo Produtivo Local
ANICER	Associação Nacional da Indústria Cerâmica
ANP	Associação Nacional de Petróleo
CEFET	Centro Federal de Educação Tecnológica
CTGÁS	Centro Tecnologia do Gás
DNPM	Departamento Nacional de Pesquisas Minerais
FIERN	Federação da Indústria do Estado do Rio Grande do Norte
GLP	Gás Liquefeito do Petróleo
GN	Gás Natural
GNC	Gás Natural Comprimido
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
LMC	Laboratório de Materiais Cerâmicos
PETROBRAS	Petróleo Brasileiro
PCI	Poder Calorífico Inferior
PCS	Poder Calorífico Superior

RESUMO

No Brasil e particularmente no Estado do Rio Grande do Norte, as empresas de fabricação de cerâmica vermelha, representam um papel importante como agentes de desenvolvimento de estudo para a região do Seridó-RN, local determinado para a realização das pesquisas. Observa-se nesta região uma concentração de indústrias de cerâmica vermelha de pequeno porte, que, apesar de sua importância no contexto cerâmico, estas não conseguem usufruir ou utilizar as novas formas de gerenciamento administrativo e de avanços tecnológicos concebidos e propostos pelas Universidades, centros de pesquisas, bem como dos projetos dos Governos, permanecendo na sua quase totalidade à margem dos avanços e da modernização, tanto tecnológico como administrativo. Estas empresas apresentam ainda processos tecnológicos e gerenciamentos ultrapassados, propiciando problemas de qualidade final e padronização de seus produtos. Mediante estas condições ficam as empresas atravessando crises e lutando para sobreviverem isoladas e sem assistência. A região do Seridó-RN, permite efetuar um estudo de caso detalhado das empresas de cerâmica vermelha na região proposta, a partir do referencial teórico existente e do levantamento real da condição de fabricação do produto cerâmico vermelho, possibilitando através deste panorama geral a realização da coleta de amostras de matérias primas, permitindo o estudo de cada indústria cerâmica vermelha que contribuiu na participação da pesquisa, onde foi determinado parâmetros tais como: análise das propriedades físicas, químicas e tecnológicas das matérias primas, caracterização dos processos utilizados, levantamento dos recursos tecnológicos considerando equipamentos, máquinas, insumos, matérias primas e instalações disponíveis e a organização dos mesmos por tipologia de produtos das empresas envolvidas neste estudo. A metodologia aplicada consta das seguintes etapas: coleta da matéria prima, moagem e peneiramento, caracterização das matérias-primas (limite de liquidez, análise química, análise mineralógica, análise térmica diferencial, análise granulométrica), mistura, conformação, corte, secagem e queima das massas cerâmicas e nos corpos de prova. Os resultados obtidos revelaram tratar-se de argilas com características distintas com relação à plasticidade. Com relação às diversas composições das misturas das massas argilosas, concluímos que as propriedades cerâmicas apresentaram uma relação direta de proporcionalidade com o aumento da fração da argila não plástica. No entanto, as composições das massas estudadas mostraram-se as mais adequadas para os tipos de argilas simuladas para aplicação em cerâmica. No processamento cerâmico adotado, possibilitou obterem-se produtos que

resultaram em propriedades compatíveis e, em alguns casos, até superiores as exigências das normas técnicas e estudos de argilas padrão-brasileiras para a obtenção de produtos de cerâmica, tais como, telha, tijolos e lajotas para piso. Tendo como base às discussões realizadas a partir dos resultados obtidos nas diversas etapas de processamento deste trabalho, podem-se elaborar conclusões de acordo com as características físico-químicas e mineralógicas das matérias-primas, das propriedades cerâmicas dos produtos queimados e das análises. O presente trabalho poderá ser utilizado por outros pesquisadores, empresas privadas e governamentais, estudantes de Graduação e Pós-Graduação, podendo desenvolver estudos e pesquisas futuras para: Desenvolver projetos de modificação dos fornos; Desenvolver projetos de mapeamento e racionalização da exploração de matérias-primas; Desenvolver projetos de reflorestamento e manejo florestal; Desenvolver projetos de redução e aproveitamento de resíduos; Desenvolver projetos de capacitação da mão-de-obra setorial, e Desenvolver projetos de segurança do trabalho visando à melhoria das condições laborais na área cerâmica.

Palavras-chave: Cerâmica. Argila. Forno. Combustível. Banco de Dados.

ABSTRACT

Particularly in Brazil in Rio Grande do Norte, companies manufacturing red ceramic, play an important role as agents of development to study the region Seridó-RN, specific place for carrying out the research. It is observed in this region a concentration of red ceramic industries of small size, which, despite its importance in the ceramic, they are unable to enjoy or use the new forms of administrative management and technological advances designed and offered by universities, centers of research and projects of governments, remained almost entirely outside the progress and modernization, technological and administrative. These companies still have outdated technology, and management processes, providing quality problems and standardization of end products. Upon these conditions are the companies going through crisis and struggling to survive alone and without assistance. The region of Seridó-RN, lets make a detailed case study of red ceramic companies in the region proposed from the existing theoretical and actual lifting of the condition of the product manufacturing red ceramic, allowing through this overview of the implementation of collect samples of raw materials, allowing the study of each ceramic industry that contributed to the participation of the research, which was determined parameters such as: analysis of the physical, chemical and technological properties of raw materials, characterization of the processes used, raising the technological resources considering equipment, machinery, supplies, raw materials and facilities available and its organization by type of products from companies involved in this study. The methodology consists of the following steps: collection of raw material, crushing and screening, characterization of raw materials (liquid limit, chemical analysis, mineralogical analysis, differential thermal analysis, sieve analysis), mixing, forming, cutting, drying and burning of ceramic bodies and bodies of evidence. The results showed that it was clay with distinct characteristics with respect to plasticity. With respect to the different compositions of mixtures of ceramic masses, we conclude that the ceramic properties showed a direct proportionality with increasing fraction of the clay not plastic. However, the compositions of the masses studied proved to be the most appropriate for the types of simulated clay for use in ceramics. Adopted in the ceramic processing made it possible to obtain products the resulted in consistent properties, and in some cases even exceeding the requirements of technical studies and standard-Brazilian clays to obtain ceramic products such as tiles, bricks and tiles to floor. Based on the discussions from

the results obtained in the various processing steps of this work, one can draw conclusions according to the physico-chemical and mineralogical properties of raw materials, the properties of ceramic products burned and analysis. This work may be used by other researchers, private companies and governmental organizations, undergraduate students and graduate, can develop studies and future research to: develop projects to modify the furnaces; mapping projects develop and rationalize the exploitation of raw materials ;promoting reforestation and forest management; develop reduction projects and recovery of waste; develop training projects in manpower sector, and develop security projects, improving the conditions of work in the area pottery.

Keywords: Ceramics. Clay. Oven. Fuel. Database.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
1.1	A INDÚSTRIA CERÂMICA	21
1.2	OBJETIVOS	24
1.2.1	Objetivo Geral.....	24
1.2.2	Objetivos Específicos.....	24
2	REVISÃO DA LITERATURA	26
2.1	CONTEXTO HISTÓRICO DA INDÚSTRIA CERÂMICA VERMELHA	26
2.2	CLASSIFICAÇÃO E PRODUÇÃO NACIONAL DE CERÂMICA TRADICIONAL.....	28
2.2.1	Cerâmica Vermelha no Rio Grande do Norte.....	30
2.3	MATÉRIA-PRIMA.....	32
2.3.1	Argila	32
2.3.1.1	Aspectos Históricos	32
2.3.1.2	Definição de Argilas	33
2.3.1.3	Extração das Argilas	39
2.3.1.4	Estocagem das Argilas	40
2.4	PROCESSAMENTO CERÂMICO	41
2.4.1	O Produto	41
2.5	PROCESSO DE FABRICAÇÃO	42
2.5.1	Preparação da Matéria-Prima.....	42
2.5.2	Mistura	43
2.5.3	Extrusão	45
2.5.4	Corte.....	47
2.5.5	Secagem	49
2.5.6	Queima.....	52
2.5.6.1	Tipos de Fornos.....	55
2.5.6.1.1	Forno Caipira	55
2.5.6.1.2	Forno Corujinha.....	55
2.5.6.1.3	Forno Igreja.....	56
2.5.6.1.4	Forno Abóbada.....	57

2.5.6.1.5	Forno Hoffmann.....	58
2.5.6.1.6	As Caieiras	60
2.5.6.1.7	Forno Túnel.....	61
2.5.6.1.8	Forno Tipo Plataforma	63
2.6	O USO DO GÁS NATURAL NA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA NO RIO GRANDE DO NORTE	64
2.6.1	Queima de Cerâmica Vermelha usando Gás Natural.....	68
2.6.2	Processo de Evolução da Cerâmica Vermelha.....	71
2.6.3	Cenário Atual	75
2.7	DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA E SUAS CONSEQUÊNCIAS NO PROCESSAMENTO CERÂMICO	79
2.8	PLASTICIDADE DE MASSAS ARGILOSAS	81
3	METODOLOGIA	84
3.1	INTRODUÇÃO	84
3.2	O SETOR CERÂMICO NO CONTEXTO ESTADUAL	84
3.2.1	Balanco por Região de Abrangência.....	84
3.2.2	A Importância das Cerâmicas para os Municípios.....	85
3.2.3	Parelhas	87
3.2.4	Itajá	88
3.2.5	São Gonçalo do Amarante	89
3.2.6	Carnaúba dos Dantas.....	90
3.2.7	Assu.....	91
3.3	ESCOLARIDADE DOS TRABALHADORES	92
3.4	PROCEDIMENTO	93
3.5	COLETA DA MATÉRIA-PRIMA	94
3.5.1	Moagem e peneiramento	95
3.6	CARACTERIZAÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS	95
3.6.1	Materiais	95
3.6.2	Preparação das amostras	97
3.6.3	Análise da distribuição granulométrica por sedimentação	98
3.6.4	Análise de distribuição de tamanho de partículas por difração a laser	98

4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	100
4.1	Caracterização do setor de Cerâmica Vermelha no Rio Grande do Norte	100
4.1.1	O Cadastro da Cerâmica Vermelha do Rio Grande do Norte	100
4.1.2	Cerâmicas em Atividade	101
4.1.2.1	Cadastro	101
4.1.2.2	Distribuição Geográfica	105
4.1.3	Cerâmicas em Implantação/Reimplantação	107
4.1.3.1	Cadastro	107
4.1.3.2	Distribuição Geográfica	108
4.1.4	Cerâmicas Paradas	109
4.1.4.1	Cadastro	109
4.1.4.2	Distribuição Geográfica	109
4.1.5	Cerâmicas Desativadas	110
4.1.5.1	Cadastro	110
4.1.5.2	Distribuição Geográfica	111
4.2	CERÂMICA PRODUTORA DE TELHA COLONIAL	113
4.3	CERÂMICA PRODUTORA J. A. DANTAS	115
4.3.1	Localização	115
4.3.2	Dados Gerais	115
4.3.3	Fluxograma de produção	116
4.3.3.1	Estocagem e Mistura	118
4.3.3.2	Estocagem para descanso	119
4.3.3.3	Caixão Alimentador	119
4.3.3.4	Desintegrador	120
4.3.3.5	Misturador	121
4.3.3.6	Laminação	122
4.3.3.7	Extrusão	124
4.3.3.8	Corte	125
4.3.3.9	Carregamento para secagem	127
4.3.3.10	Secagem	128
4.3.3.11	Carregamento para enforna	130
4.3.3.12	Enforna	130
4.3.3.13	Queima	131
4.3.3.14	Desenforma e Estocagem	132

4.4	CERÂMICAS PRODUTORAS DE TIJOLO.....	134
4.4.1	Objetivo Geral.....	134
4.4.2	Desenvolvimento	134
4.4.3	Cerâmica Produtora Nossa Senhora dos Impossíveis.....	134
4.4.3.1	Localização	134
4.4.3.2	Dados Gerais.....	135
4.4.3.3	Fluxograma de produção.....	136
4.4.3.3.1	Estocagem e Mistura.....	138
4.5	CERÂMICAS PRODUTORAS DE TIJOLOS E TELHAS.....	140
4.5.1	Objetivo Geral.....	140
4.5.2	Desenvolvimento	141
4.6	CERÂMICA PRODUTORA SANTA LUZIA.....	141
4.6.1	Localização	141
4.6.2	Dados Gerais.....	142
4.6.3	Fluxograma de produção.....	143
4.6.4	Estocagem e Mistura.....	145
4.7	CONCLUSÕES DAS CARACTERÍSTICAS ESTUDADAS DAS AMOSTRAS DAS INDÚSTRIAS DE CERÂMICA VERMELHA QUE FAZEM PARTE DA REGIÃO DO SERIDÓ-RN	148
4.7.1	Resultados das Cerâmicas da Região do Seridó-RN – Procedimento Aplicado para todas as Cerâmicas	148
4.7.1.1	Cerâmicas Produtoras de Telha Colonial.....	149
4.7.1.2	Cerâmica Produtora J. A. Dantas.....	149
4.7.1.3	Cerâmicas Produtoras de Tijolos	157
4.7.1.4	Cerâmica Produtora Nossa Senhora dos Impossíveis.....	157
4.7.1.5	Cerâmicas Produtoras de Tijolos e Telhas.....	165
4.7.1.6	Cerâmica Produtora Santa Luzia.....	165
5	CONCLUSÕES	174
5.1	CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E MINERALÓGICA	174
5.2	LIMITE DE LIQUIDEZ, PLASTICIDADE E ÍNDICE DE PLASTICIDADE.....	174
5.3	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA	174
5.4	RETRAÇÃO LINEAR DE QUEIMA.....	175

5.5	ABSORÇÃO DE ÁGUA	175
5.6	POROSIDADE APARENTE	175
5.7	MASSA ESPECÍFICA APARENTE	175
5.8	CURVAS DE GRESIFICAÇÃO	175
5.9	CERÂMICAS PARTICIPANTES DA REGIÃO DO SERIDÓ-RN.....	176
5.10	CERÂMICAS PRODUTORAS DE TELHA COLONIAL, TIJOLOS E LAJOTAS	176
5.10.1	Cerâmica Produtora J. A. Dantas	176
5.10.2	Cerâmicas Produtoras de Tijolos	182
5.10.2.1	Cerâmica Produtora Nossa Senhora dos Impossíveis.....	182
5.10.3	Cerâmica Produtora de Tijolos, Telhas.....	188
5.10.3.1	Cerâmica Produtora Santa Luzia.....	188
5.11	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	194
	REFERÊNCIAS.....	195
	ANEXO.....	200

1 INTRODUÇÃO

Todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para o presente e as futuras gerações (CONSTITUIÇÃO FEDERAL DO BRASIL, art. 225, 2006, p. 60).

1.1 A INDÚSTRIA CERÂMICA

A cada dia que se passa é muito grande o consumo de telhas e tijolos no Brasil. As razões desse aumento são várias, a principal delas é o aumento populacional. Com o surgimento dos grandes centros, provocado pelo deslocamento do homem para a metrópole em busca da necessidade de melhores condições de vida da espécie humana.

Apesar dos grandes benefícios que a indústria cerâmica traz a comunidade, a economia da região e do país, caso não ocorra uma melhoria nos métodos de produção, procurando-se a descoberta de novos conceitos ou processos, podemos ter o produto final com uma qualidade muito baixa, e em consequência uma grande queda na comercialização.

A importância da pesquisa pretende conhecer novos métodos de fabricação da cerâmica vermelha e caracterizar as novas tecnologias encontradas, com vista a assegurar soluções no sentido de eliminar ou minimizar seus aspectos negativos e potencializar os positivos, de forma a permitir na região a fabricação de produtos com maior qualidade e melhores condições de aplicabilidade, diminuindo-se assim as perdas de material durante o processo.

A Indústria da Construção Civil tem como principal missão construir para o desenvolvimento do País. Tudo o que a Construção produz, ou é relevante para o homem, ou é indispensável à sua dignidade. A ativação desse setor ajuda a solucionar graves problemas do país, como o desemprego, a sub-habitação e as deficiências de infraestrutura, que tanto reduzem a competitividade da produção nacional. Isso é bastante para instruir o papel estratégico que a Construção Civil tem no cenário econômico nacional, onde provoca extraordinários efeitos multiplicadores sobre o processo produtivo, e no qual tem um fantástico potencial de criação de empregos e de geração de salário e renda.

O setor industrial da cerâmica é bastante diversificado e pode ser dividido nos seguintes segmentos: cerâmica vermelha, materiais de revestimento, materiais refratários, louça sanitária, isoladores elétricos de porcelana, louça de mesa, cerâmica artística (decorativa e utilitária), filtros cerâmicos de água para uso doméstico, cerâmica técnica e isolantes térmicos.

No Brasil existem todos estes segmentos, com maior ou menor grau de desenvolvimento e capacidade de produção. Além disso, existem fabricantes de matérias-primas sintéticas para cerâmica (alumina calcinada, alumina eletrofundida, carbetos de silício e outras), de vidrados e corantes, gesso, equipamento e alguns produtos químicos auxiliares.

A cerâmica vermelha abrange um grupo de materiais cerâmicos constituído por tijolos, telhas, tubos, lajotas, vasos ornamentais, agregados leves de argila expandida etc., geralmente fabricados próximos dos centros consumidores, utilizando matérias-primas locais. As matérias-primas são argilas e siltes argilosos, com alto teor de impurezas, entre as quais se destacam minerais de ferro, responsáveis pela cor vermelha típica dos produtos.

No Brasil, são estimadas cerca de 11.000 empresas no setor de cerâmica vermelha, em sua maioria micro ou de pequeno porte. Como os produtos são vendidos nas proximidades da empresa, os Estados com maior população e conseqüente demanda são também os maiores produtores. Neste contexto, São Paulo é o maior produtor. As maiorias das empresas de estrutura simples e familiar estão distribuídas em todos os Estados da Federação, constituindo-se num importante segmento industrial, com pequena produção e baixa demanda tecnológica. Empresas de grande porte, com domínio tecnológico, automatizadas e com grande produção, existem, mas são raras no país.

Portanto, esse conjunto de empresas juntas está produzindo mais de dois bilhões de peças por ano e empregando mais de quatrocentas mil pessoas, com faturamento anual de 2,8 bilhões/ano (ABC, 2001). Apesar da expressiva produção apontada, a tecnologia das cerâmicas ainda é antiga, com atraso tecnológico de 50 anos (ZANDONADI, 1996; DUALIBI FILHO, 1999; MOTA, 1998). Neste sentido, tornam-se necessários maiores investimentos na melhoria de qualidade e conseqüente produtividade do setor cerâmico. Esta preocupação tem sido apresentada pelos ceramistas em seus fóruns de representação, como também, expressa pelos pesquisadores desta área de estudo em congressos científicos recentes.

O processo produtivo de cerâmica vermelha é visto, em seu conjunto, como extremamente simples, o que causa a desvalorização da cultura técnica e termina por se constituir em um grave erro, pois, na Indústria Cerâmica, as empresas precisam ser polivalentes, realizando diversas etapas de processamento, tais como mineração, beneficiamento, preparação, conformação, secagem e queima, até obter aos produtos finais, podendo cada etapa ou pequena operação efetuada, influenciar decisivamente na etapa seguinte.

Merece destaque também um breve diagnóstico do setor apresentado pelo consultor espanhol Xavier Elias em palestra realizada na FIERN em 1995, intitulada Informe sobre a situação atual da indústria Cerâmica no Estado do Rio Grande do Norte, onde foram destacados os seguintes itens: Aspectos de fabricação – não é feita uma preparação e homogeneização da argila (envelhecimento); não existe estoque de matéria-prima intermediário, antes da extrusora; a secagem é basicamente natural; a qualidade da queima é muito deficiente; falta quase absoluta de mecanização, o que produz uma excessiva manipulação dos materiais. Aspectos de controle – ausência quase total de controles de produção, umidade, pressão, temperatura, e ensaios de laboratório; ausência quase total de ensaios de produto acabado e de estatística de qualidade dos produtos; desconhecimento técnico quase completo das propriedades e características das matérias-primas; falta de quadros técnicos. Conclusões e recomendações – na fabricação é necessário mecanizar, aumentar a produção e introduzir fornos túneis; no controle de fabricação, contratar pessoal técnico qualificado e estabelecer controles na linha de produção; para os produtos é necessário aumentar o tamanho das peças (tijolos e lajotas) e fabricar um tijolo aparente; quanto à qualidade, é necessário estabelecer uma norma e difundir seu emprego entre engenheiros e arquitetos; quanto aos serviços e embalagens, empacotar em pallets, pois reduz o manuseio e melhora a qualidade. O setor cerâmico do Estado estaria defasado cerca de 30 anos em relação ao setor europeu; entretanto, esta defasagem poderia ser reduzida muito depressa com a implementação das sugestões feitas. .

No Rio Grande do Norte existe um parque cerâmico que abrange empresas produtoras de tijolos, telhas, lajotas, além de outros produtos. Estas empresas estão predominantemente localizadas na zona rural, concentradas nas proximidades de Natal, no vale do Rio Assu, e na região do Seridó. Além destes pontos, elas podem ainda ocorrer dispersas, em diversos municípios.

Em 2000 o SEBRAE/RN realizou um trabalho denominado Pesquisa do Setor Ceramista Seridó – Trairi, e cadastrou 81 cerâmicas (5 associações e 76 particulares), que juntas empregariam diretamente 3.276 trabalhadores.

O setor de cerâmica vermelha é constituído predominantemente por microempresas de gestão familiar ou associativa, e de baixa demanda tecnológica. Estas características tornam este segmento muito importante para a economia do Estado, porque geram empregos nas regiões mais carentes, contribuindo significativamente para fixar o homem ao campo, evitando a sua migração para as grandes cidades.

Esta condição tem forçado o segmento a melhor se organizar para enfrentar um mercado cada vez mais competitivo e exigente por qualidade. Dessa forma é necessário que o segmento se empenhe em enquadrar seus produtos de acordo com a nova realidade do mercado.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo mapear e identificar, através do levantamento de dados as diversas argilas da indústria cerâmica vermelha da Região do Seridó-RN.

Este estudo serve para que as empresas se posicionem em relação ao setor e busquem a melhoria do seu desempenho produtivo, permitindo uma combinação de diferentes massas argilosas utilizadas na fabricação de cerâmica vermelha na Região do Seridó-RN, que servirá de subsídios ao Governo do Estado na elaboração de um programa de apoio à modernização do segmento da indústria cerâmica vermelha.

1.2.2 Objetivos Específicos

Desenvolver a partir do panorama geral do setor cerâmico nacional e regional uma metodologia de coleta e análise de dados envolvendo todas as indústrias cerâmicas da Região do Seridó/RN.

Refinamento e análise dos dados obtidos objetivando a formatação de um panorama real Região do Seridó/RN.

Dentro desse panorama atualizado destacam-se os seguintes tópicos:

- a) Estudar a metodologia de gerenciamento de processos.
- b) Analisar as propriedades físicas, químicas e tecnológicas das matérias-primas utilizadas pelas empresas da Região do Seridó/RN;
- c) Caracterizar os processos adotados por cada empresa da Região do Seridó/RN, e organização dos mesmos por tipologia de produtos;
- d) Caracterizar a matriz energética adotada pelas empresas da Região do Seridó/RN relativamente ao tipo de fonte energética, rendimento térmico, produtividade e questões operacionais;
- e) Levantar os recursos tecnológicos disponíveis nas empresas da Região do Seridó/RN, tais como: equipamentos, máquinas, insumos, matérias primas e instalações;
- f) Levantar o perfil técnico dos trabalhadores que compõem da Região do Seridó/RN.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 CONTEXTO HISTÓRICO DA INDÚSTRIA CERÂMICA VERMELHA

Este capítulo apresenta uma revisão bibliográfica, histórica e metodológica do processamento cerâmico das argilas e suas propriedades. Serão abordados também os tipos de fornos utilizados na indústria de cerâmica vermelha, combustíveis, propriedades, especificações e produção dos diversos tipos de gás natural no país.

Os principais dados sobre o setor de cerâmica vermelha no Brasil ocorrem desde sua origem histórica, passando pela caracterização do segmento, localização, o processo produtivo e o mercado consumidor, com atenção especial a tecnologia empregada nestas indústrias, principalmente no que se refere a equipamentos e insumos energéticos utilizados no processo térmico, assim como os principais problemas advindos destes itens.

A palavra cerâmica, originária do grego “KERAMEIKOS”, que quer dizer “feito de terra”, “coisa queimada”, tem, modernamente, um sentido amplo que abrange desde a arte de fabricar objetos de barro cozido até a matéria-prima, o artefato ou a fábrica de tais produtos. A cerâmica vermelha é assim chamada, porque possui coloração avermelhada no produto final, em função do tipo de matéria-prima utilizada.

Tecnicamente, contudo, convencionava-se chamar de cerâmica todo e qualquer produto obtido pela moldagem e queima de uma mistura íntima de matérias-primas minerais, como características e propriedades específicas adequadas à fabricação do produto desejado.

Com a denominação de Cerâmica Vermelha, englobam-se produtos como o tijolo e suas variações, constituindo-se, de modo geral, por um grupo de produtos rústicos onde o acabamento dificilmente ocorre.

Inicialmente, existiram dois termos que expressavam os objetos de argila cozida: *alfarrería* e *cerâmica*. *Alfarrería* procede do árabe *alfar*, que significa argila.

Desde o começo da civilização, a cerâmica tem estado presente, tendo se constituído no primeiro material artificial criado pelo homem. Graças a ela, puderam-se desenvolver outras artes, como: a metalurgia, a siderurgia, a química, etc.

Não é possível apontar particularmente uma raça ou um povo responsável pelo desenvolvimento da cerâmica. A descoberta do fogo, aliada à curiosidade do homem, levou-o a perceber a mudança nas propriedades do solo queimado pelo fogo, assegura (RICHERSON, 2000).

Em seus estudos, Pileggi (1958) procura mostrar as semelhanças entre as diversas regiões do globo onde essa manufatura se desenvolveu. A partir da Idade Média, no século XII, apareceram as primeiras louças, muito resistentes, fabricadas com argilas refratárias plásticas encontradas no baixo Reno, no Westerwald e na Francônia, mas a produção de peças de maior apuro técnico teve início no século XVI, na Alemanha.

A ciência começava a estudar o que já se tinha obtido na prática, considerando o período denominado da cerâmica avançada ou cerâmica de alta tecnologia (por volta de 1940 em diante), desenvolveu-se rapidamente a Ciência dos Materiais, na qual são estudadas a composição e a estrutura das substâncias, assim como as causas de suas transformações e suas propriedades. Neste período, a ciência estava antecipando a prática, prevendo, calculando reações e obtendo produtos com as propriedades desejadas (NETO, 2000).

Assim é que, além dos produtos de cerâmica comumente conhecida, tais como materiais de construção civil, abrasivos, vidros, refratários, louças e porcelanas, além de outros.

Exatamente pelo conceito abrangente do termo é que se distinguem os diversos tipos de produtos cerâmicos pelas suas características mais importantes. Assim, diz-se cerâmica branca, quando se trata de produtos que, após a queima, apresentam-se esbranquiçados; são os azulejos, as porcelanas, as louças etc.; cerâmica esmaltada, quando se refere aos produtos que, depois de queimados sofre um processo de esmaltação, a maioria das vezes sinterizados; cerâmica vermelha, quando se reporta aos produtos que, após a queima apresenta-se caracteristicamente avermelhados; nesse grupo inserem-se os materiais cerâmicos de construção, tais como tijolos, telhas, manilhas, elementos vazados, lajotas, lajotões, entre outros.

Atualmente, as Ciências dos Materiais tem avançado muito, a partir dos materiais sintéticos, compósitos e de novos materiais, tais como cerâmicas eletrônicas, óticas, supercondutoras e biomateriais. A nanociência e a nanotecnologia têm apresentado resultados surpreendentes para o conhecimento científico e tecnológico dos materiais, em função das possibilidades disponibilizadas pelas novas técnicas de caracterização e processamento. O desenvolvimento de novos produtos tem agregado valor a diversas áreas da indústria e das ciências, desde construção de naves espaciais, fibras óticas para as telecomunicações e mecatrônica, equipamentos de última geração na medicina, chips, nanotubos e biomaterias, dentre outros.

2.2 CLASSIFICAÇÃO E PRODUÇÃO NACIONAL DE CERÂMICA TRADICIONAL

A indústria cerâmica nacional tem grande importância para a economia brasileira, tendo participação no PIB- Produto Interno Bruto – da ordem de 1% no ano de 2001. No Brasil os grupos cerâmicos podem ser classificados com base no emprego dos seus produtos, natureza de seus constituintes, características texturais do biscoito (massa base) para os pavimentos, além de outras características cerâmicas ou técnico-econômicas (MOTTA, 2001).

As indústrias de cerâmica vermelha, cerâmica branca e de revestimentos, podem ser classificadas com base em critérios e uso de seus produtos. Estes setores enquadram-se nas cerâmicas tradicionais (ou silicáticas) de base argilosa, quando classificadas de acordo com a natureza de suas matérias-primas, conforme pode ser observado no quadro da Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Principais setores cerâmicos, matérias-primas utilizadas e características dos processos de fabricação.

CLASSIFICAÇÃO		PRODUTO	Matéria-prima										Processo de conformação				Temperatura de Queima (°C)											
Tipo de cerâmica*	GRUPO**/ SETOR		Plástica					Não-plástica					Moagem via úmida	Moagem via seca	Extrusão	Tornearia	Prensagem	Colagem	800	900	1.000	1.100	1.200	>1.200				
			Argila comum	Argila plástica	Caulim	Feldspato (****)	Filito	Talco	Calcário	Quartzo	Outros	Moagem via úmida													Moagem via seca			
Cerâmica silicática de base argilosa (ou tradicional)	1	Cerâmica	Blocos, lajes	P																								
		Vermelha	Telha	P				O																				
			Agregado leve	P								O																
	2	Cerâmica	Grés sanitário		P	S	P	O	S	O	P																	
			Porcelana Mesa		P	P				P	P		S	S	O													
		Branca	Porcelana Eletr.		P	P				P	P		S	S	O													
			Faiança		P	O	S	S	S	P	S	P																
			Pisos rústicos	P	O						O					P												
		3	Revesti-mentos	Pisos via seca	P										P			P										
				Azulejo		P	P			O	S	S	P					P										
Piso gresificado	O			P	S	S	P	O		S	P	O			P													
		Grés porcelânico		P	S	P		O	S	O	P				P													
Outras	4	Refratários			O				O	P																		
	5	Isolantes			O				O	P																		
	6	Especiais							O	P																		
	7	Cimento	S						P	S	O	P																
	8	Vidro			S				S	P	P																	
P	Processo ou composição principal (> 20%)		S	Processo ou composição secundária (< 10%)										O	Processo ou composição ocasional													

Fonte: Motta (2001).

Obs: * Classificação de Scheller & Henniche, ** Emiliane & Corbara e Zandonadi.

O feldspato (ou concentrado de feldspato) é utilizado apenas nas porcelanas e, eventualmente, no gres porcelanato, enquanto que nos demais produtos são utilizados rochas feldspáticas.

Os segmentos cerâmicos tradicionais estão localizados por todo o território nacional, embora a maioria das indústrias se concentre nas regiões sul e sudeste, conforme pode ser visto na Figura 1 a seguir. O segmento de cerâmica está distribuído por todo o país muito pulverizadas em micro e pequenas empresas.



Figura 1 – Localização da produção brasileira de segmentos cerâmicos tradicionais
Fonte: Bustamante e Bressiani (2000).

No Brasil, define-se o setor cerâmico em segmentos que se diferencia pelos produtos obtidos e mais praticamente pelos mercados que estão inseridos. Os principais segmentos são classificados pelo valor anual de sua produção, conforme pode ser observado na Tabela 2 a seguir. A cerâmica vermelha se destaca como aquela que apresenta melhor produção anual.

Tabela 2 – Segmentos cerâmicos nacionais e suas respectivas produções

Segmento	Valor da Produção (1.000 US\$ / Ano)
Cerâmica Estrutural (Vermelha)	2.500.000
Revestimentos (pisos e azulejos)	1.700.000
Matérias Primas Naturais	750.000
Refratários	380.000
Cerâmica Técnica, Especiais, outras	300.000
Sanitários	200.000
Louça de Mesa e Adorno	148.000
Fritas, Vidrados e Corantes	140.000
Matérias Primas Sintéticas	70.000
Cerâmica Elétrica	60.000
Equipamentos para Cerâmica	25.000
Abrasivos	20.000
Total do Setor	6.293.000

Fonte: Bustamante e Bressiani (2000).

O segmento de cerâmica vermelha tem se caracterizado pela produção de tijolos, lajes, telhas, tubos, lajotas, pisos, vasos, e agregados leves de argila expandida. Levantamentos realizados por Duailibi Filho (1999); Motta (2001) apontam para a existência de 11.000 unidades produtivas, em média comportando de 25 a 30 empregados por empresa, somando entre 250.000 a 300.000 empregos. Estas empresas apresentavam em 2001 um faturamento anual de aproximadamente R\$ 2,5 milhões (BUSTAMANTE e BRESSIANI, 2000).

2.2.1 Cerâmica Vermelha no Rio Grande do Norte

O perfil industrial da cerâmica vermelha tem sido estudado por diversos autores. No Rio Grande do Norte, Carvalho (2001) assegura que as cerâmicas vermelhas neste Estado estão distribuídas em 8 regiões, compreendendo 53 municípios, conforme pode ser observado na Figura 2 a seguir.

Este setor produziu em 2000, cerca de 82.799.000 peças/mês, com predominância de telhas (50.172.000 peças), seguido de tijolos (29.364.000 peças), lajotas (2.851.000 peças) e outros produtos (432.000 peças). Consome mensalmente 106.364 m³ de lenha e 173.925 toneladas de argilas (CARVALHO, 2001).

No ano de 2001, foram cadastradas 159 cerâmicas no Sindicato da categoria, sendo 159 em atividade, 12 em processo de implantação, 14 paradas, e 21 desativadas.

Muitos são os produtos de cerâmica vermelha fabricados no Estado. Cerca de 97 % da produção de telhas da região Seridó é comercializada para os diversos Estados do Nordeste, enquanto que a produção da região do Assu é quase toda consumida no mercado interno estadual, sendo 20% comercializada em outros Estados. A produção da cerâmica vermelha situada próxima à região metropolitana é absorvida pelo mercado interno estadual (CARVALHO, 2001).

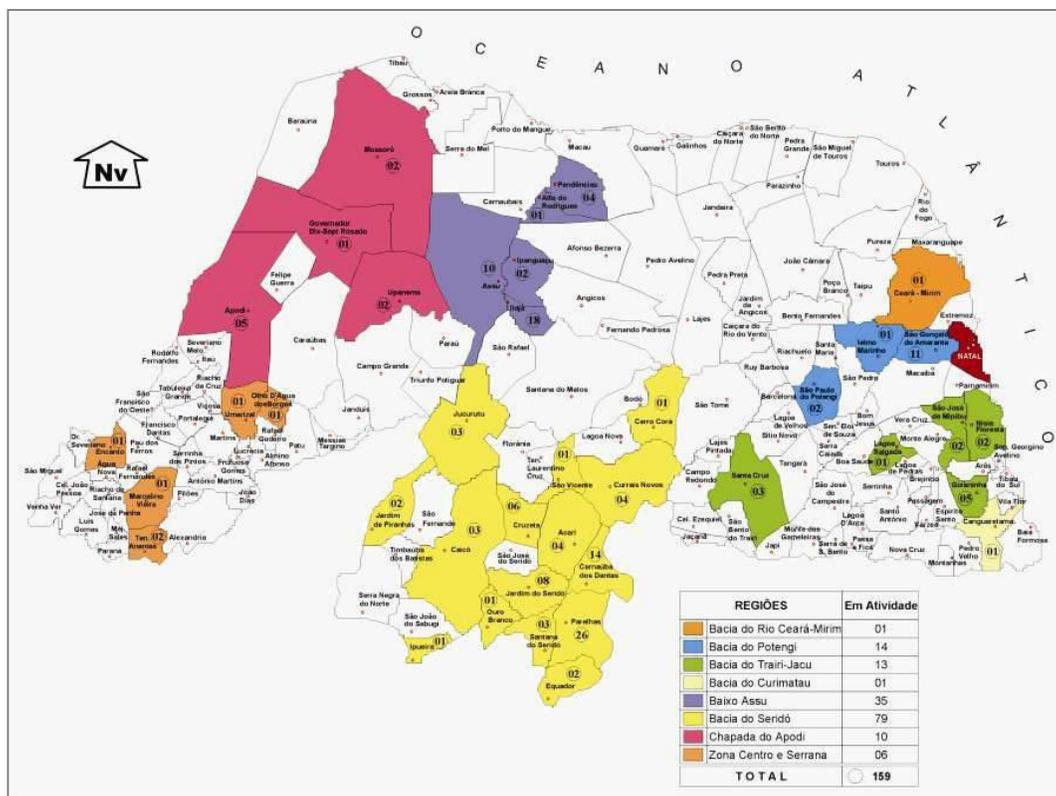


Figura 2 – Distribuição das regiões produtoras de cerâmica vermelha no RN
Fonte: Carvalho (2001).

A cerâmica vermelha foi introduzida no Estado do Rio Grande do Norte, primeiramente, pelos imigrantes açorianos que chegaram à região litorânea e, mais tarde, levaram essa cultura para outras regiões.

Constitui um grupo de produtos rústicos, onde o acabamento raramente ocorre. A produção de cerâmica vermelha é artesanal e tradicional, constituída de pequenas empresas com baixa produção e baixa rentabilidade. Apesar da Antigüidade da atividade oleira, a maioria das empresas é de estrutura familiar, com pequena capacidade de produção, com difícil acesso à tecnologias modernas e com dirigentes demonstrando grande resistência a mudanças.

O SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (1991) realizou, um estudo das micro e pequenas empresas brasileiras, constatando que:

- 40% não planejam a produção;
- 65% não usam avaliação produtiva;
- 60% não utilizam sistema de controle de qualidade;
- 80% não treinam seus funcionários;
- 50% não planejam vendas.

Na indústria de cerâmica vermelha, são raros os empresários que fazem apropriação de custos ou que planejam a manutenção de equipamentos e, como é possível produzir materiais cerâmicos utilizando técnicas conhecidas, sem qualquer tipo de esforço adicional, não há porque se preocupar em investir na melhoria tecnológica do processo (VILLAR, 1988).

Um aspecto a considerar é a frágil estrutura financeira das empresas, o que as torna dependentes das oscilações do mercado, principalmente na construção civil.

A Indústria Cerâmica do Rio Grande do Norte é constituída por um universo de, aproximadamente, 159 fábricas, 41 delas localizadas no Vale do Assú, revestindo-se de fundamental importância na estrutura econômica e social do Estado, uma vez que se constituem nas principais fornecedoras de insumos básicos para o setor de construção civil, bem como, absorvedora de um contingente significativo de mão de obra.

2.3 MATÉRIA-PRIMA

2.3.1 Argila

2.3.1.1 Aspectos Históricos

A argila foi à primeira matéria-prima cerâmica usada pelo homem após a descoberta do fogo. Edificações romanas de 2000 anos, objetos cerâmicos confeccionados pelos Etruscos vários séculos antes de Cristo na Pensilvânia Itálica, as muralhas da China, as pirâmides do Egito, os renomados vasos artísticos chineses e a delicadeza da porcelana japonesa são alguns dos inúmeros exemplos que atestam o uso da argila ao longo da existência do homem.

Nos dias atuais as tribos africanas ainda incultas, os indígenas da Amazônia, assim como, indústrias utilitárias de alta tecnologia tem a argila como matéria-prima principal ou como um dos componentes na confecção e produção de suas peças e produtos. Assim é que, no mundo moderno, o avanço da tecnologia tem permitido que este material, tão abundante na natureza, seja empregado cada vez mais de forma mais expressiva, útil, diversificada e mais nobre, o que significa um consumo sempre crescente.

Muitos estudos têm sido realizados sobre a composição, a estrutura e as propriedades fundamentais dos constituintes das argilas e dos solos. A utilização de novas tecnologias e de equipamentos mais modernos tem permitido o estudo das formas de ocorrência e a gênese das várias formas de argilas, dos solos e dos depósitos de interesse industrial e, em especial, a relação do argilomineral ou argilominerais presentes nas argilas com suas propriedades tecnológicas.

2.3.1.2 Definição de Argilas

A matéria-prima fundamental para alimentar o processo de fabricação de cerâmica vermelha é a argila em seus diversos tipos que constituem, em sua maior parte, no que se denomina, em mineralogia, de argilominerais. Isto significa que as argilas, tal como se apresentam nas jazidas de matéria-prima para as cerâmicas, não são formadas por um único tipo de argilomineral e sim por um agregado de argilominerais, além de possuírem, em maior ou menor teor, outros minerais e substâncias, tais com o quartzo, micas, carbonatos, sulfetos e alguns sais solúveis, matéria orgânica, óxidos, hidróxidos e silicatos diversos.

Conhecer uma matéria-prima significa conhecer uma retração de secagem e de queima, sua plasticidade, sua granulometria, a quantidade de água que requer para a extrusão, a tendência às trincas de secagem, sua resistência após a queima. Conhecer uma matéria-prima significa ensaiar e medir estas características na média geral da jazida e também mapear veio a veio, decidir o que deve ser feito com cada um dos veios. O estudo veio a veio é particularmente importante quando estão presentes os calcários, gesso ou areia graúda de quartzo sendo necessário decidir o que fazer com a jazida. É um erro insistir em usar uma matéria-prima ilítica, que é plástica demais, como única matéria-prima. Não é possível ter uma empresa competitiva e ao mesmo tempo trabalhar com as matérias-primas sem controle de qualidade. Aquele que hoje não

controla sua matéria-prima, certamente não adotou ainda a mentalidade industrial atual. O ensaio da matéria-prima tem um custo insignificante comparado ao que custam as perdas não existe economia mais absurda do que não controlar as matérias-primas.

A grande variedade de tipos de argilas impede que se tenha uma definição única e precisa desse material. A seguir são apresentados, alguns dos conceitos, empregados na literatura para definir argilas, estão descritos abaixo.

Argila é um material natural, terroso, de granulação fina, que geralmente adquire certa plasticidade quando umedecido com água (GRIM, 1953).

Argilas são materiais de textura terrosa e granulometria fina que se tornam plástico quando adicionados com pequenas quantidades de água (SOUZA SANTOS, 1989).

Argilas, sob ponto de vista físico-químico, são sistemas dispersos de minerais, nos quais predominam partículas de diâmetro abaixo de dois micros (RIES, 1928).

Argila no sentido mais amplo é um termo que compreende barros, folhelhos, xistos, filitos, caulins, tabatingas e Taguás (SOUZA SANTOS, 1989).

O termo argila não tem significado genérico. É usado para os materiais que resultam diretamente da meteorização e/ou da ação hidrotermal ou que se depositaram como sedimentos fluviais, marinhos, lacustre ou eólico (GOMES, 1986).

Pode-se definir os argilominerais como sendo silicatos hidratados com estrutura cristalina em camadas (filossilicatos) constituídas por folhas constituídas de SiO_4 , ordenados de forma hexagonal, condensados com folhas octédricas de hidróxidos de metais de trivalentes; os argilominerais são constituídos por partículas (cristais) de pequenas dimensões, geralmente abaixo de $2\mu\text{m}$ (SOUZA SANTOS, 1989).

A argila é uma matéria-prima abundante e pode ser empregada nos mais diversos campos de aplicações, tais como, indústrias cerâmicas, na agricultura, mecânica dos solos, indústria de papel, metalúrgica e petrolífera.

As argilas usadas na cerâmica vermelha constituem a matéria-prima utilizada na fabricação de telhas, tijolos e manilhas. Estes produtos, como são de baixo valor econômico, requerem transporte limitado entre a jazida e a usina cerâmica, processamento pouco dispendioso e baixo frete até o consumidor. Sendo assim, as jazidas de argila devem situar-se próximas às cerâmicas, que, por sua vez, localizam-se juntos aos grandes centros urbanos, que são seus consumidores.

O conhecimento das argilas e demais matérias-primas, no tocante as suas propriedades, os tratamentos prévios necessários, gastos envolvidos na extração e transportes é fundamental para se garantir a qualidade do produto final.

Sabe-se que as argilas possuem propriedades variadas, que a depender de cada localização geográfica será necessário um planejamento para harmonizar todas as suas características físico-químicas. Este planejamento envolve a seleção de equipamentos adequados, como por exemplo, as máquinas de moagem e a preparação de massas.

O termo “material argiloso” pode ser aplicado a qualquer material natural de granulometria fina e de textura terrosa ou argilácea, independentemente da composição ser essencialmente de argila. As argilas, folhelhos e argilitos são materiais classificados como argilosos, sendo que os solos podem também ser incluídos desde que tenham textura argilosa e contenham um teor elevado da fração argila.

Os tipos de argilas mais comuns são: as Caoliniticas (granulometria grossa), as Montmoriloníticas (grande tendência a rehidratação) e as Ilhíticas (intermediária entre as Caoliniticas e as Montmoriloníticas).

De acordo com a sua geologia, as argilas classificam-se em residuais as quais não foram transportadas pelos agentes naturais e, portanto, encontram-se no local de sua formação e as sedimentares as quais foram transportadas de seu lugar de formação pelos agentes naturais como chuva, vento, rios, mares, sendo depositadas em baixadas e várzeas.

As argilas possuem como características físicas mecânicas: Plasticidade, Contração na secagem, Resistência à flexão do material seco, Temperatura de queima e a Resistência à flexão do material queimado.

Para uso no setor, as argilas podem ser classificadas em refratárias, fundentes e aglomerantes, sendo as duas últimas as mais utilizadas na fabricação de cerâmicas vermelha. Em geral procura-se fazer uma mistura entre as argilas, para compor uma massa. Neste caso, considera-se a qualidade das argilas no tocante a plasticidade, cor após queima, resistência mecânica, contração e composição mineralógica, visando obter um produto final dentro das especificações previstas, sem deixar de lado as dificuldades que podem ocorrer durante o processo produtivo.

A preparação de massa é uma etapa muito importante no processo de obtenção da cerâmica vermelha, onde se deve observar a Formulação da Massa e os Tipos de Dosagem.

A Formulação das Massas deve ser feita com base na composição química das matérias-primas, na sua composição mineralógica, nos seus comportamentos físicos e físico-químicos. Portanto, para se formular uma massa recorre-se aos ensaios físicos das matérias-primas, como a cor de queima, a contração linear, o resíduo em peneira, a

resistência à flexão, a dilatação térmica linear, a análise química das matérias-primas, como também a análise mineralógica.

Os Tipos de Dosagem consiste na medida por pesagem ou por volume. Na dosagem por pesagem tem-se maior precisão nos resultados, desde que se controle a umidade dos componentes da massa. No caso da dosagem por volume, além do controle da umidade, deve-se levar em consideração a granulação dos componentes.

No processo produtivo da cerâmica, a queima é a fase principal, pois é nela onde se manifestam grandes números de defeitos provenientes das etapas anteriores da produção, como, por exemplo: preparação de massa, formação das peças, secagem, arranjos para queima e etc. O objetivo da queima das peças cerâmicas é que sob a ação do calor, ocorram certas reações e transformações químicas e físicas nos componentes da massa, a fim de se obter o corpo cerâmico.

Defeitos nas peças provenientes de um processo de queima mal realizados são provenientes da insuficiência de queima, requeima programa de queima mal adaptado e heterogeneidade no tempo e na seção do forno.

A cerâmica em geral e a fabricação de artefatos de cerâmica vermelha em particular é ainda nos dias de hoje um processo industrial altamente empírico. O desconhecimento em profundidade de todas as variáveis implicadas no processo industrial torna a prática e a experiência imprescindíveis para obter melhores resultados. Algumas variáveis importantes e fáceis de serem controladas com um mínimo de investimento são o peso e as dimensões das peças (verde, seca e queimada) e as retrações de secagem e queima como também a umidade.

O fator temperatura deve ser cuidadosamente acompanhado, pois o tempo é muito importante para provocar às reações, como também, a atmosfera do forno influi no resultado final, uma vez que, os constituintes da massa também reagem com os gases que estão em contato. As informações obtidas nos ensaios térmicos das massas possibilitam o estabelecimento da curva de queima para as mesmas.

No processo da queima deve-se observar o tipo de forno, quantidade de massa (produto) a ser queimado, tipo de argila, combustível a ser utilizado e arranjo das peças na enforna. A queima é subdividida em três fases: esquentar “fogo fraco”, fogo forte “caldeamento e resfriamento”. A velocidade da queima deve ser regulada em função da localização do material cerâmico que será aquecido mais lentamente. Normalmente a posição desfavorável do forno é a parte de baixo. O ciclo de queima depende principalmente da composição química e mineralógica da mistura, formato, espessura e

volume da peça, arranjo do material na enforna e dimensão dos grãos e sua distribuição na massa da peça. Faz-se necessário equilibrar as temperaturas entre o interior e o exterior de uma mesma peça. O tempo de permanência na temperatura máxima do cozimento influi na dissociação dos carbonos.

Na indústria cerâmica os processos são tão variados quanto os produtos, havendo desde o mais rudimentar, como produção de tijolos, até os mais complicados que exigem rigorosos controles das matérias-primas e de cada etapa do processo, como na fabricação de sanitários ou de pisos por mono queima, em modernas instalações industriais (ZANDONADI, 1988),

Atualmente, o processamento de cerâmica vermelha está mais avançado, como pode ser visto a partir do fluxograma do processamento cerâmico de blocos e telhas apresentado na Figura 3 a seguir. Este fluxograma apresenta um processo modernamente mecanizado e automatizado: tornando-se necessário o uso de moinhos, destorroadores, esteiras transportadoras, laminadores, extrusoras, prensas, secadores e fornos cerâmicos.

Ressalve-se que, nem todas as indústrias devem realizar seu processamento da mesma maneira ou com os mesmos equipamentos e operações indicadas. A quantidade de equipamentos e formato da planta da fábrica depende do tipo de produto, da quantidade e qualidade das peças.

A lavra das argilas é feita como atividade informal através de retroescavadeiras, tratores de esteira, tratores de pneu com buldozer, escavadeiras Ponklan, etc. Em todos os casos, as jazidas são a céu aberto, com as cavas apresentando formatos irregulares de diversas profundidades.

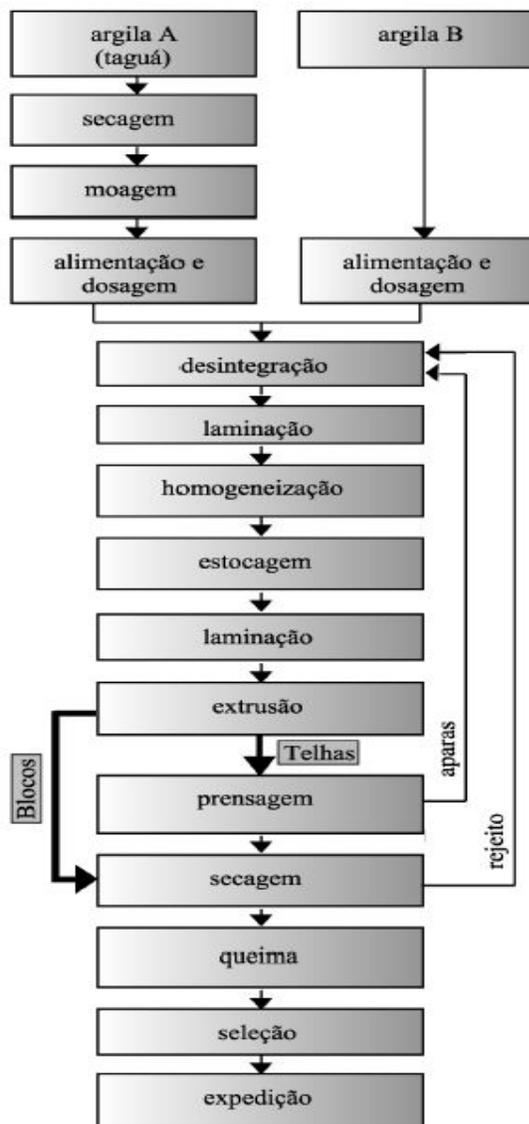


Figura 3 – Fluxograma do processamento cerâmico utilizado para a fabricação de blocos, telhas e tijolos
Fonte: Motta (2001).

Em uma cerâmica com parte do seu processo produtivo mecanizado, a seqüência do processo para a produção de peças esta definida da seguinte forma:

No Rio Grande do Norte, não há um planejamento para a realização da lavra. Como não se conhece a espessura da camada, nem a sua variação composicional, ela é feita de maneira improvisada. Não há a preocupação ambiental de recuperar a área lavrada, embora esta atividade necessite de planejamento e acompanhamento feito por profissionais qualificados (CARVALHO, 2001).

2.3.1.3 Extração das Argilas

A maioria das argilas brasileiras está depositada nas várzeas dos rios, constituindo aluviões recentes. Neste caso, a extração é a céu aberto. O plano de extração deve prever a remoção e disposição dos estéreis, a formação de bancos de extração que assegurem economia no transporte, a drenagem da água, a segurança no trabalho e o aproveitamento completo da jazida. Depois de esgotadas as jazidas, as cavas devem ser recuperadas para o ressurgimento da vegetação, e isso é facilmente conseguido com a redeposição dos solos aráveis, previamente retirados. As cavas alagadas podem ser usadas para fazer viveiros de criação de peixe, agregando valor ao empreendimento.

Os equipamentos mais utilizados para extração de argila são retroscavadeira, escavadeiras, ou dragas. Estes equipamentos enchem os caminhões de caçambas basculantes que transportam as argilas para os pátios das fábricas, onde se formam grandes estoques para homogeneização e sazonalidade. No caso da lavra de folhelhos, frequentemente é necessário o uso de explosivos. A Figura 4 a seguir mostra o processo de extração de uma jazida com retroscavadeira.



Figura 4 – Retroscavadeira processo de extração

2.3.1.4 Estocagem das Argilas

O sazonalamento, ou seja, a prática de estocagem a céu aberto das argilas é comum desde a Antigüidade. O intemperismo alivia as tensões nos blocos de argila, melhora sua plasticidade e trabalhabilidade, lixívia os sais solúveis e homogeneíza a distribuição da umidade.

No processo de sazonalamento, as argilas estão geralmente dispostas segundo as características ou propriedades desejadas no produto final. A extensão e altura dos montes são definidas conforme o espaço físico disponível. A espessura das camadas e sua alternância dependem das características de cada argila e das características desejadas na mistura final. Por exemplo, se a proporção entre 2 argilas é 1:1 numa mistura, então o estoque deve refletir esta proporção e as camadas de cada uma das argilas devem ter espessuras iguais.

Apesar de o período ideal para que se alcancem os resultados desejados no processamento cerâmico ser de um ano de descanso, este pode variar de algumas semanas a alguns anos, dependendo da disponibilidade financeira de cada indústria. Ao final do sazonalamento, o estoque deve ser cortado perpendicularmente ao solo e o material é então transportado para o local onde é iniciado o processo cerâmico.

A etapa de estocagem ocorre após a lavra, às argilas são transportadas por caminhões até o pátio das indústrias cerâmicas para serem estocadas. As cerâmicas do Rio Grande do Norte fazem estoque (94,3%) e algumas também o sazonalamento. Os dados mostram que 5,7% das empresas não fazem estoques. Dentre as empresas que estocam 31,4% o fazem em pilhas separadas, enquanto 62,9% dispõem as argilas em níveis inter-camadas.

Os estoques são feitos para garantir o abastecimento durante o inverno, quando o acesso às jazidas fica prejudicado, conforme pode ser visto através da Figura 5 A e B a seguir.



(a) Transporte de argila



(b) Estoque de argila em camadas

Figura 5 – A e B Preparação de estoques reguladores de argila

2.4 PROCESSAMENTO CERÂMICO

2.4.1 O Produto

A diversidade de produtos é muito elevada pelas próprias exigências do mercado consumidor, e muitas vezes, adicionando uma variedade às dimensões que acaba afetando a padronização dos produtos. A seguir enumeram-se os tipos de produtos encontrados com maior frequência:

- Tijolos: (maciço; com 2, 4, 6, 8 ou 9 furos (circulares ou quadrados), e com 21 furos.
- Telhas: (francesa; romana; portuguesa; colonial (com variações em sua forma) e plana.
- Elementos vazados: com diversos desenhos.
- Lajotas: para lajes pré-fabricadas; coloniais para pisos.
- Ladrilhos: peças de acabamento.

- Manilhas, e
- Vasos: decorativos.

Os produtos de cerâmicas vermelhas apresentam muitas qualidades, fazendo com que seus usos na construção civil sejam disseminados e tenham uma importância significativa no setor. As principais vantagens dos produtos de cerâmica vermelha do ponto de vista do usuário final podem ser relacionadas como: possibilidade de serem utilizados em grande variedade de usos funcionais; possuem durabilidade e elevada resistência mecânica; apresentam estrutura leve; resultando em menor custo para as fundações; material não combustível; possuem boas características de isolamento térmico e acústico; são fabricados sob altas temperaturas, possuindo, portanto, boa resistência ao fogo; são constituídos de unidades com pequenas dimensões, permitindo detalhamentos estéticos agradáveis; apresentam acabamento que permite seu uso aparente, isto é, sem colocação de rebocos e pinturas, diminuindo o preço final das paredes, por metro quadrado; existem em abundância na maioria das regiões do país, sendo geralmente, mais econômicos que os outros componentes de mesma finalidade; exige pequena ou nenhuma manutenção; não oferecem dificuldades para treinar mão-de-obra para utilização, e nas condições climáticas brasileiras apresentam boas condições de conforto ambiental (Mansur 1994 e Oliveira 1993).

São requisitos de qualidade: Não apresentar defeitos de fabricação, tais como trincas, quebras, superfícies irregulares, deformações e desuniformidade de cor; Dimensões do produto (largura, altura e comprimento) não apresentarem diferenças, em relação às dimensões padronizadas, superiores às tolerâncias para elas admitidas, e Atenderem a resistência à compressão para eles especificada, em função do seu tipo e classificação.

2.5 PROCESSO DE FABRICAÇÃO

2.5.1 Preparação da Matéria-Prima

O processo produtivo começa com a extração da matéria-prima, portanto, após o sazonalmente nos montes do pátio descoberto, as matérias-primas são transportadas para o caixão alimentador, que dosará a quantidade necessária para alimentar a linha de produção. Antes, porém, este material é separado, formando pequenos montes de argilas

onde são misturados e homogeneizados por equipamentos como retroscavadeira ou pá carregadeira. A Figura 6 A e B a seguir mostra a preparação da matéria-prima.

A matéria-prima após a dosagem, em seguida, é levada ao caixão alimentador dosador ou diretamente a correias transportadoras, cujas matérias-primas são proporcionalmente dosadas, dependendo de suas características cerâmicas.



(a) Preparação da matéria-prima



(b) Preparação da matéria-prima

Figura 6 A e B – Preparação da matéria-prima em suas diversas fases

2.5.2 Mistura

As argilas em camadas ou misturadas são dispostas nos pátios para em seguida serem levadas até o caixão alimentador, onde é dosada, passando pelo destorroador, para que sejam quebrados os torrões de argila. O misturador, que realiza movimentos circulares, por sua vez, homogeneiza o material, que segue para o laminador e, depois

de laminado, é transportado para a maromba, onde é então empurrado contra um molde, sendo depois cortado no tamanho desejado.

A mistura dosada no caixão alimentador é transportada para desintegradores, onde os grandes blocos de argila são desintegrados e as pedras, se existirem, será separado por centrifugação.

Nesta fase do processo, o teor de umidade pode ser muito variável, de 18% a 30%. Caso ele seja muito elevado, alguns equipamentos perdem eficiência, como é o caso do desintegrador, que não desintegrará os blocos de argila, só os amassará. A mistura desagregada é transportada para o misturador, onde recebe, quando necessário, a adição de água, sendo então homogeneizada. A Figura 7 A e B a seguir mostra a preparação da matéria-prima.



(a) Misturador



(b) Fuso desintegrador

Figura 7 A e B – Preparação da matéria-prima no caixão e desintegrador

Após a matéria-prima passar pelo misturador esta passa pelo laminador, que tem como finalidade completar a mistura, e é responsável por um adensamento, eliminando bolhas de ar ou aglomerados remanescentes, antes de ser levada às extrusoras. Em alguns casos as extrusoras podem ter um laminador acoplado na entrada do equipamento (VILLAR, 1988; MAFRA, 1999; SEBRAE/RJ, 2000).

2.5.3 Extrusão

Depois de cumprida a etapa de extração e preparação das matérias-primas, pode-se dizer que a mistura de argila está pronta para seu emprego na produção. A conformação mecânica consiste na obtenção de tipos de produtos nas dimensões, formas e espécies mais variadas, a partir de uma massa plástica de argila. Existem vários sistemas de conformação, que dependem essencialmente do tipo de produto que se pretende obter e das características de plasticidade da matéria-prima que se tem à disposição.

O processo de conformação mecânica é chamado de extrusão, onde a extrusora, também é conhecida como maromba (que pode ser a vácuo ou não), é responsável por dar o formato ao produto, onde a massa é impulsionada, por meio de um propulsor (mais comumente o parafuso sem fim), através de uma chapa de aço perfurada, lançando-a dentro de uma câmara de vácuo. O ar é retirado pela câmara de vácuo, e o material é extraído por meio de outro parafuso sem fim que a impele, através de uma matriz de aço (boquilha), conformando a massa no formato desejado.

A obtenção de produtos pelo processo de extrusão consiste em compactar uma massa plástica numa câmara de alta pressão, equipada com sistema de desaeração (vácuo), contra um molde (boquilha) de formato desejado. As lâminas de argila obtidas no laminador são transportadas para a maromba, que extrusa uma coluna de acordo com a boquilha utilizada, e que será cortada por cortadores nas dimensões desejadas, conforme o tipo de produto. A Figura 8 A e B a seguir mostra o processo de extrusão.



(a) Extrusora (maromba)



(b) Boquilha

Figura 8 A e B – Processo de extrusão da matéria prima na maromba

As peças antes de serem cortadas devem ser carimbadas, conforme exigência das normas ABNT para telhas e tijolos e da Portaria 152 do INMETRO para blocos cerâmicos. É aplicado logo após a saída da maromba, quando é colocada uma peça cilíndrica na extremidade de um suporte pressionada sobre o produto, antes do corte. Nesta peça estão gravadas as informações que precisam ficar impressas no produto cerâmico, em alto ou em baixo relevo.

As telhas devem ter o nome da cerâmica e o município onde são fabricadas. Para efeito de divulgação, as empresas colocam também o nº de telefone para contato. Já os

blocos cerâmicos, nos quais se incluem tijolos e lajotas, devem ter o nome da cerâmica, do município e as dimensões da peça.

Apenas 45 cerâmicas (ou 28,3% do total) fazem uso do carimbo nas suas peças, Figura 9 a seguir, Os ceramistas argumentam tratar-se de exigência de alguns clientes, especialmente proprietários de depósitos, que as preferem sem marca ou telefone, para evitar a compra diretamente nas cerâmicas. Outros dizem ainda que, telhas carimbadas tornam-se mais frágeis.

Ao imprimir sua marca no produto, o proprietário fará o possível para que ele tenha qualidade, enquanto aquele sem marca não tem dono. O fato é que isto é uma exigência do mercado e todas as cerâmicas precisam usar o carimbo em seus produtos e trabalhar para melhorar a qualidade destes. O carimbo da peça é um item acessório que ocorre após a extrusão e antes da peça ser cortada. Conforme mostra a Figura 9 a seguir.



Figura 9 – Processo de marcação do produto

2.5.4 Corte

Após a massa de argila passar pelo molde que se encontra fixado na boquilha da máquina (maromba) O corte pode ser manual ou mecanizado acoplado na extrusora, operando em sincronia com o deslocamento do bloco na extrusora, sendo este sistema mecânico composto por um fio metálico onde é efetuado o corte do material nas medidas determinadas pela ABNT, sejam eles tijolos ou telhas.

De um total de 159 cerâmicas existentes no RN, 101 delas produzem telhas, das quais, 96 usam cortador automático de diversos modelos; apenas 5 cerâmicas fazem o corte manual, usando ainda um equipamento conhecido como cágado. Os donos destas cerâmicas argumentam que o corte manual deixa a telha com melhor qualidade, apesar da reduzida produtividade alcançada (CARVALHO, 2001).

Na fabricação dos tijolos e/ou lajotas existem 85 cerâmicas, das quais apenas 29 usam cortador automático, conforme indica a Figura 10 A e B a seguir, enquanto as outras 56 usam o cortador manual.



(a) Preparação para o corte



(b) Corte do produto tijolo 8 furos

Figura 10 A e B – Corte

2.5.5 Secagem

O processo de secagem é uma operação importante na fabricação dos produtos cerâmicos. Enquanto os ditames da economia requerem a secagem mais rápida possível, uma programação de secagem demasiadamente rápida causa retração diferencial, causando a formação de trincas (NORTON, 1973).

A secagem começa logo depois da conformação e do corte das peças permitindo a eliminação da água utilizada na fabricação das peças, pois a água está distribuída quase que homogeneamente entre as partículas de argila da peça cerâmica. A água precisa ser retirada homogeneamente, já que sua saída faz com que as partículas se aproximem, diminuindo o tamanho da peça, produzindo retração linear em todas as suas dimensões. No caso de não haver uma eliminação homogênea da água, poderá acarretar trincas ou a quebra da peça. A umidade de extrusão dos produtos cerâmicos normalmente oscila entre 20 e 30% e, após a secagem, esta umidade residual deve estar abaixo de 5%.

Quanto mais espessa a peça, mais demorada e difícil é o seu processo de secagem (ELIAS, 1995). A velocidade de evaporação da água em uma superfície livre depende de vários fatores, sendo os principais: temperatura do ar, velocidade do ar, teor de água no ar (umidade) e temperatura da água.

As peças cerâmicas quando submetidas à secagem apresentam uma propriedade de retrair-se, chamada retração linear de secagem. Esta propriedade é determinada pela medida da variação do comprimento ou volume de um corpo de prova, quando a argila é seca a 105-110 °C. Apresenta grande influência na conformação ou moldagem de peças grandes, pois uma grande retração necessita de secagem muito lenta para evitar trincas e se obter as dimensões desejadas.

A secagem pode ser natural ou forçada, artificial ou mista. A secagem natural acontece pela exposição das peças ao ar livre, e é mais rápida. Ela sofre influência das condições atmosféricas: umidade do ar, velocidade e direção do vento, calor, etc. Pode ser de 2 tipos: exposição direta ao sol em grandes pátios das empresas, onde a secagem é muito rápida, ou em galpões, onde as peças são arrumadas em pilhas ou em prateleiras, sendo neste caso mais lenta.

A secagem forçada pode ocorrer em secadores intermitentes ou contínuos. Em ambos os casos, são necessários insuflar ar quente no secador. Este ar quente pode vir da coleta da chaminé, de um forno ou da queima de combustível, exclusiva para esta

finalidade. Os dois secadores são câmaras fechadas e o que difere um do outro é que nos secadores intermitentes as peças são colocadas de forma a secarem todas ao mesmo tempo; enquanto no secador contínuo, vagões ou carrinhos carregados de peças atravessam continuamente um túnel, estando estas secas ao final do mesmo.

Há ainda um tipo de secador artificial, conhecido como secador espanhol, em que o ar quente é desviado da chaminé e forçado a sair em respiradouros no piso de um galpão, sobre o qual estão dispostas as peças, organizadas em pilhas. Ventiladores colocados acima das peças forçam o ar quente para baixo, deixando-o mais tempo em contato com elas.

No Rio Grande do Norte, a secagem pode ser natural, artificial ou mista. A secagem natural pode ser ao ar livre ou em galpões. Existem todos os tipos de secadores artificiais acima citados. O período de secagem artificial depende das características da matéria-prima, do formato das peças e do tipo do secador, entretanto há uma variação média de 12 a 40 horas. A secagem é realizada a temperatura variando entre 80 a 100 C°.

A Figura 11 A e B e a Figura 12 A e B a seguir, mostram as diversas formas de secagem.



(a) Vagonete no túnel para secagem forçada



(b) Vagonetes para secagem forçada

Figura 11 A e B – Secagem em ambiente fechado – Cerâmico Ouro Branco / Ielmo Marinho/RN



(a) Secagem natural



(b) Secagem natural

Figura 12 A e B – Vista geral do pátio externo de secagem de telhas – Cerâmica São Severino Parelhas/RN.

Nas cerâmicas do Rio Grande do Norte a secagem é predominantemente natural, em razão do clima quente, mas também existe a artificial. Um balanço da situação da secagem nas cerâmicas é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Secagem nas cerâmicas do Rio Grande do Norte

	Secagem Natural			Secagem Artificial		
	Ao ar livre	Em galpões	Ao ar livre e galpões	Secador fechado	Secador túnel	Secador aberto
Empresas	21	66	72	05	07	01
Total	159			13		

Fonte: Diagnóstico do setor cerâmico do Rio Grande do Norte, SEBRAE/RN 2.000

Através da Tabela 3, pode-se observar que a maioria das cerâmicas usa secagem natural, e que 13 (8,2%) delas, usam também secagem artificial. A secagem exclusivamente ao ar livre é usada mais para a telha, conforme a Figura 12 A e B. Observa-se no detalhe da sombra, que o melhor aproveitamento ocorre com as telhas alinhadas paralelamente ao percurso feito pelo sol, ou seja, paralelo à sombra. O tempo de secagem, neste caso, é de 4 a 8 horas. A limitação é que só pode ser usada nos dias de sol.

2.5.6 Queima

Após a secagem, as peças são transportadas para o forno, onde são submetidas a um tratamento térmico de queima em altas temperaturas, operação fundamental, que através de transformações físico-químicas, altera as propriedades mecânicas e confere as características inerentes a todo produto cerâmico como resistência, cor, dimensões. A temperatura de queima é da ordem de 750 a 900°C para tijolos, de 900 a 950°C para telhas e 950 a 1200°C para tubos cerâmicos. A etapa de queima é conduzida em equipamentos térmicos, denominados fornos, cuja concepção térmica e os combustíveis empregados possuem grande variedade. Os principais tipos de fornos podem ser classificados como: intermitentes (abóboda ou paulistinha, garrafão, chinês, caipira e chama reversível) ou contínuos (Hoffmann ou semicontínuo e túnel). Após a queima e resfriamento, os produtos desenformados estão aptos para comercialização e uso (IPT, 1980; VILLAR, 1988; SECTME, 1990; CAVALIERE et al, 1997; SUDENE; ITEP, 1996; MAFRA, 1999; SEBRAE/RN, 2000).

No processo de queima nas cerâmicas do Rio Grande do Norte esta é feita em vários tipos de fornos. Um balanço dos tipos predominantes, por cerâmica é feito na

Tabela 4 e na Figura 13 a seguir. Neste levantamento foi considerado o forno responsável pela maior parte da produção.

A queima de produtos de cerâmica vermelha é feita em diferentes tipos de fornos, sendo os seguintes mais utilizados:

- Fornos de chama direta, tipo caipira (ou rural), garrafão e caieira;
- Fornos de chama reversível tipo abóbada, Catarina, Corujinha e paulista;
- Fornos contínuos do tipo Hoffmann;
- Fornos contínuos do tipo túnel;
- Fornos do tipo plataforma (intermitentes), tipo vagão ou gaveta.

Tabela 4 – Tipos de fornos predominantes em cada cerâmica

TIPOS DE FORNO	EMPRESAS
Caipira	78
Corujinha	48
Igreja	16
Hoffmann	07
Caieiras	06
Túnel	02
Abóbada	01
Catarina	01
Total	159

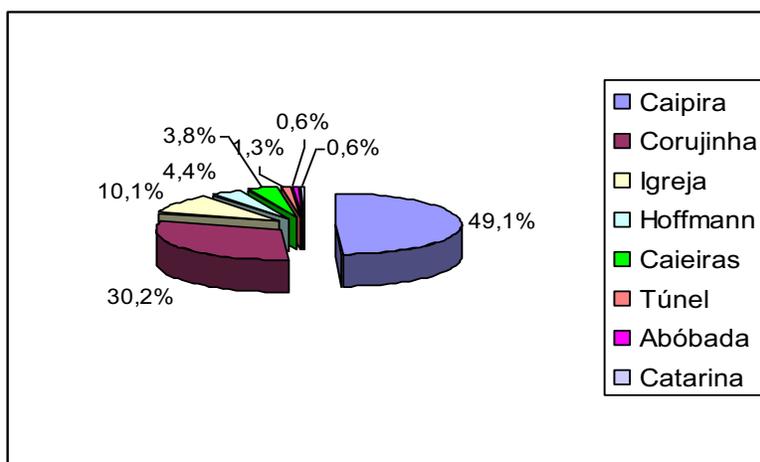


Figura 13 – Gráfico dos tipos de fornos predominantes em cada cerâmica
Fonte: Carvalho (2001)

Analisando-se a Tabela 4 e a Figura 13, verifica-se que 49,1% das cerâmicas usam o caipira como principal forno de sua base de produção, vindo em seguida o forno Corujinha, com 30,2%; o Igreja, com 10,1%; o Hoffmann, com 4,4%; Caieiras, com 3,8%; o Túnel, com 1,3%; o abóbada, com 0,6%; e o Catarina, com 0,6%.

O forno Corujinha, Igreja, Abóbada e Catarina são todos conhecidos popularmente no Rio Grande do Norte como fornos Abóbada; no entanto, nacionalmente eles são conhecidos com os nomes acima especificados.

A Tabela 5 e a Figura 14 a seguir apresentam um balanço do total de fornos existentes nas cerâmicas em atividade do Estado do Rio Grande do Norte, de acordo com o seu tipo.

Tabela 5 – Balanço geral dos tipos de fornos existentes nas cerâmicas em atividade

TIPOS DE FORNO	FORNOS EXISTENTES
Caipira	450
Corujinha	113
Igreja	100
Hoffmann	10
Caieiras	06
Abóbada	04
Túnel	02
Catarina	04
Total	689

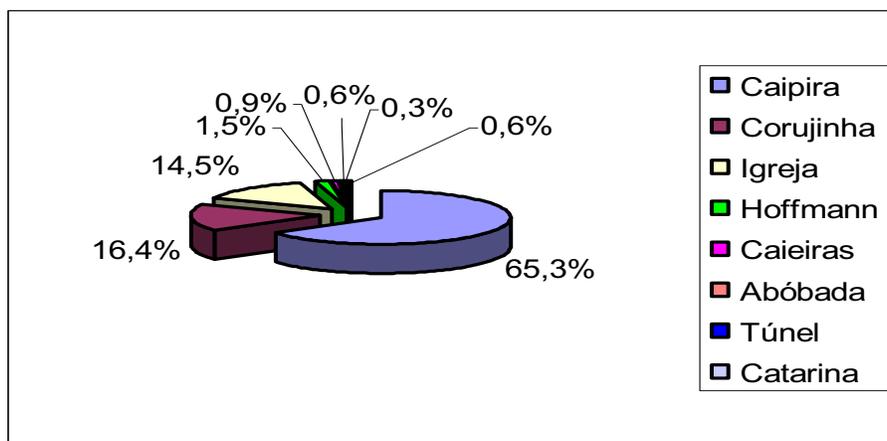


Figura 14 – Gráfico da Percentagem de fornos existentes nas cerâmicas, de acordo com o tipo
Fonte: Carvalho (2001)

Os dados apresentados na Tabela 5 e na Figura 14 mostram que existem 689 fornos em atividade no Estado. Destes, os fornos tipo Caipira são os mais abundantes, com 450 unidades instaladas, o que corresponde a 65,3% do total. Em seguida vem o forno Corujinha, com 16,4%; o Igreja, com 14,5%; o Hoffmann, com 1,5%; as Caieiras, com 0,9%; abóbada, com 0,6%; Catarina, 0,6%; e Túnel, com 0,3% do total.

2.5.6.1 Tipos de Fornos

2.5.6.1.1 Forno Caipira

Este tipo de forno é usado com muita frequência na Região da bacia do Seridó (Figura 15 a seguir), especialmente para a queima de telhas. Tem forma retangular, é coberto por telhas durante a queima, e o carregamento e descarregamento é feito pelo lado oposto ao de entrada da lenha. As dimensões variam de 2 a 4 metros de largura por 4 a 10 metros de comprimento e 2 a 2,5 metros de altura. Comportam de 20 a 30 mil telhas. Produz até 20% de telhas de primeira, 60 a 80% de telhas de segunda, com até 20% de perdas. Queima lenha e tem consumo médio de 0,7 a 0,9 m³ de lenha por tonelada de produto queimado.



Figura 15 – Forno Caipira: o mais usado no Rio Grande do Norte
Fonte: Carvalho (2001)

2.5.6.1.2 Forno Corujinha

Este tipo de forno é o mais usado na região do Assu para queimar tijolos e tradicional produtora de telhas. Este tipo de forno tem sua chama reversível e é abastecido pela frente e por trás, sendo sua forma retangular com dimensões bastante variadas, Figura 16 a seguir.

Comporta de 20 a 40 mil telhas. Produz de 0 a 50% de telhas de primeira, 70 a 85% de telhas de segunda, e 5 a 15% de quebras. Seu consumo médio de lenha é 1,0 a 1,2 m³ de lenha por tonelada de produto queimado.

O consumo médio de lenha é muito variável, indo de 0,6 a 1,5 m³ por tonelada de produto queimado.



Figura 16 – Forno Corujinha, tipo preferido na região do Assu
Fonte: Carvalho (2001)

2.5.6.1.3 Forno Igreja

Este tipo de forno tem chama reversível e abastecido pela lateral. É retangular, tem dimensões variadas e sua arquitetura lembra uma igreja. É mais usado para queimar tijolos. O consumo médio de lenha é muito variável, indo de 0,6 a 1,5 m³ por tonelada de produto queimado Figura 17 a seguir.



Figura 17 – Forno Igreja, tipo preferido na região do Assu e Grande Natal
Fonte: Carvalho (2001)

2.5.6.1.4 Forno Abóbada

Este tipo de forno conhecido no Brasil como abóbada (Figura 18 a seguir), e denominado forno redondo no RN, tem apenas 04 exemplares em atividade no estado, sendo 02 deles na Cerâmica Samburá, em São Gonçalo do Amarante e 02 na Cerâmica da Ponte, em Itajá.

Este tipo de forno tem chama reversível, é abastecido por fornalhas simétricas, sendo usado para queimar tijolos ou lajotas. O seu consumo é da ordem de 0,7 m³ de lenha por tonelada de massa queimada.

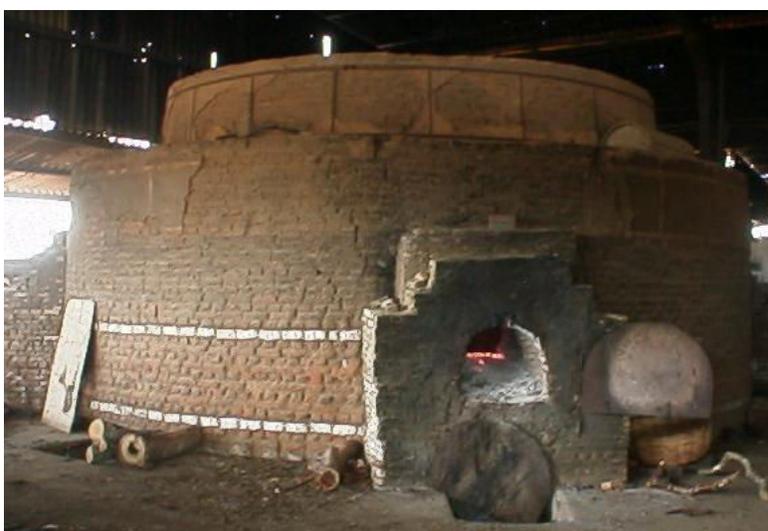


Figura 18 – Forno Abóbada é usado em apenas quatro cerâmicas
Fonte: Carvalho (2001)

Nestes fornos, os gases quentes sobem ao longo das paredes interiores até a abóbada. Distribuem-se entre as peças a queimar, atravessando-as em sentido descendente, para passar à galeria de gases através dos orifícios da soleira, chamados de crivos, reunindo-se em um canal que conduz à chaminé. Este forno proporciona uma boa queima. É grande a variedade de tipos de fornos utilizados. O forno cuja seção horizontal é circular, e geralmente com seis fornalhas, é conhecido como abóbada, conforme mostra a Figura 19 a seguir.

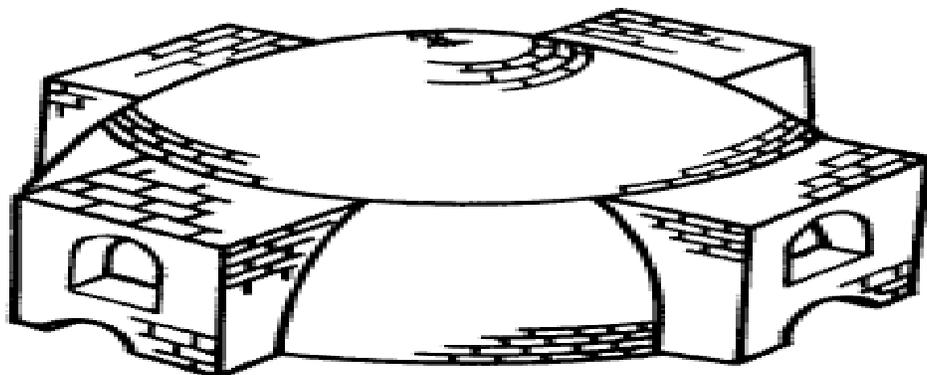


Figura 19 – Forno reversível tipo abóbada circular
Fonte: Henriques (1983)

Quando são constituídos com duas seções retangulares geminadas, sendo que o duto de gases passa pela parede comum dos dois fornos, também é conhecido como Catarina. O Rio Grande do Norte tem todas estas variações de fornos. Portanto, verificamos que o tipo igreja é o mais encontrado na Grande Natal, enquanto que o tipo corujinha é mais comum na Região do Vale do Assu, como mostra a Figura 20 a seguir.

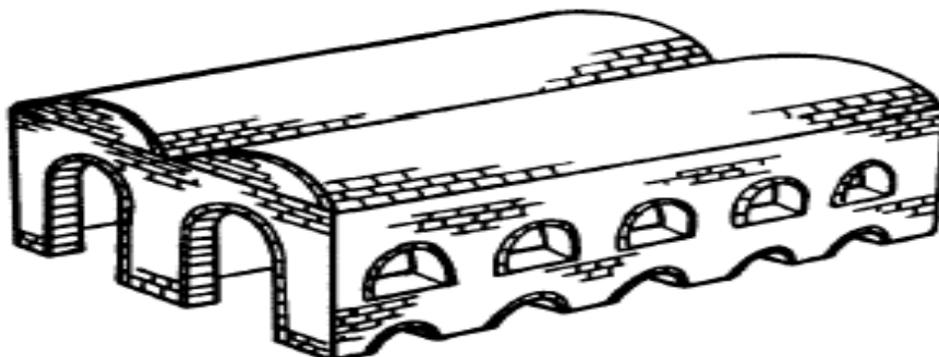


Figura 20 – Forno reversível tipo abóbada retangular
Fonte: Henriques (1983).

2.5.6.1.5 Forno Hoffmann

Existem 10 unidades de Forno Hoffmann no RN (Figura 21 a seguir). Encontrado em cerâmicas da Grande Natal e Mossoró, são usados para queimar tijolos. São semi-contínuos, com entrada de lenha pela parte superior. O consumo médio é da ordem de 0,40 a 0,60 m³ de lenha por tonelada de produto queimado.

Este tipo de forno é de queima contínua, com zona de fogo móvel e carga fixa, além de grande aproveitamento de calor, constituindo de canais ligados nas extremidades,

que variam de 60 a 100 metros, em cujas paredes são abertas portas em intervalos constantes para carga e descarga. Na parede interna possui canais que são fechados por diafragmas de chapas de ferro manobradas pela parte superior. A parte do canal entre duas portas denomina-se câmara.

Na parte superior do forno há várias bocas em linha para alimentação de combustível ou para recuperação dos gases quentes destinados ao secador. Este tipo de forno pode operar com uma ou duas linhas de fogo, e permite que, enquanto algumas câmaras estejam sendo carregadas ou descarregadas, outras estejam queimando ou resfriando. É um dos fornos de melhor desempenho, sendo no Rio Grande do Norte muito usado na Grande Natal e Mossoró.



Figura 21 – Forno Hoffmann, um dos mais eficientes

O forno contínuo original foi desenhado por Friedrich Hoffman e Licht em 1858, e estava baseado em um estudo de fornos de recuperação então usados em metalurgia. Para Singer (1976) os fornos se dividem câmaras interligados por um coletor de gases central, conforme mostra a Figura 22 a seguir. O aquecimento é realizado por meio de maçaricos a óleo combustível, posicionado na parte superior do forno, ou por lenha também pelo teto. Anteriormente possuíam tiragem somente através de grandes chaminés, mas atualmente como soluções mais econômicas, são empregadas exaustores que permitem um melhor controle e aproveitamento dos gases quentes para o aquecimento de estufas de secagem (RHODES 1998).

Este tipo de forno Hoffmann é bastante usado na indústria cerâmica, por ser muito econômico do ponto de vista operacional e adequado para um volume de produção muito grande, mas têm como inconveniente seu elevado custo. (HENRIQUES, 1983).

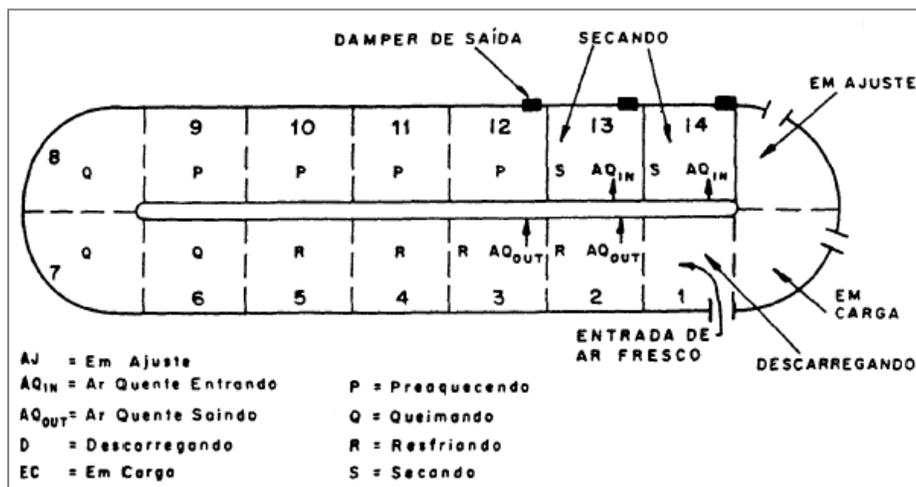


Figura 22 – Vista superior do forno do tipo Hoffmann
 Fonte: Justo (1999).

2.5.6.1.6 As Caieiras

O tipo de forno caieira, como mostra a Figura 23 a seguir, são as formas mais primitivas de queima. Os produtos destes fornos não sinterizam e por isto são de má qualidade. Este método é completamente ultrapassado sendo empregado apenas por cerâmicas muito humildes. Não há controle da queima.

A caieira é um forno típico de pequenas olarias, no formato de um tanque, cuja cobertura tem o formato de uma abobada feito com os próprios tijolos separados que serão queimados. Os tijolos da parte externa são calafetados com argila. Tem perdas enormes na produção e um alto consumo de lenha. Os produtos são de baixa qualidade.



Figura 23 – Caieira Queima Primitiva

2.5.6.1.7 Forno Túnel

O forno túnel, como mostra a Figura 24 a seguir, é o equipamento mais eficiente da atualidade para queima de cerâmica vermelha. Existem apenas 02 (dois) fornos deste tipo no Rio Grande do Norte, na Cerâmica Estrutural, em São Gonçalo do Amarante, e na Cerâmica COBRAL, em Ielmo Marinho. Neste forno as peças são transportadas em vagonetes que atravessam um túnel onde se reproduzem às condições de uma curva de queima da matéria-prima. É um forno de queima contínua. Tem forma de um túnel longo com comprimento de 80 a 110 metros.



Figura 24 – Forno tipo Túnel é o mais eficiente

Os produtos a serem queimados são introduzidos por um extremo do forno em vagonetes, conforme mostra a Figura 3.25 a seguir, que deslizam sobre trilhos, aquecendo-se progressivamente pelos gases de combustão, que se dirigem em sentido contrário até a chaminé.

A Figura 25 a seguir mostra o forno tipo Túnel em corte identificando as regiões de queima e o fluxo do material.

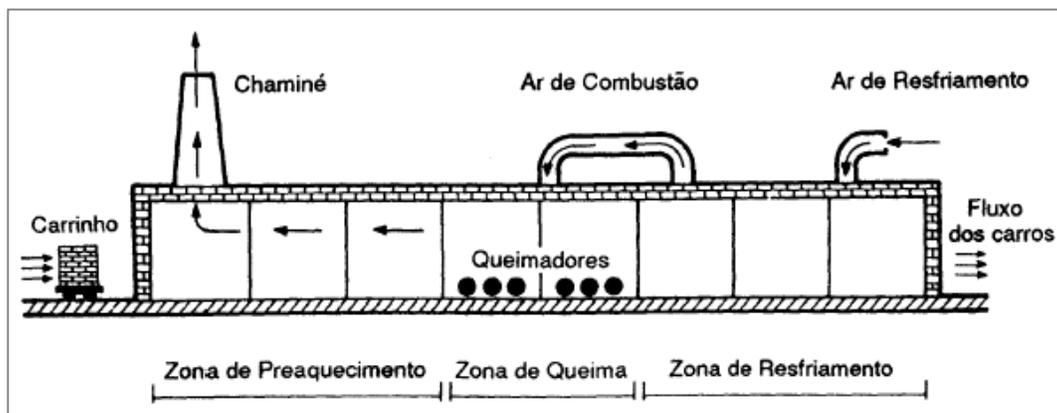


Figura 25 – Forno tipo túnel
Fonte: Henriques (1983)

As vagonetes (Figura 26 A e B a seguir), carregadas avançam até atingir a zona de queima, empurradas por outras vagonetes que se introduzem a intervalos de tempo regular. Os produtos entram pela extremidade de enforna. São aquecidos gradativamente até atingir a temperatura máxima de queima, permanecendo nela tempo suficiente para que o calor se distribua por igual em toda a peça. Em seguida, são resfriados, paulatinamente, até a temperatura ambiente antes da desenforna, na extremidade do forno. A eficiência térmica do forno túnel é aproximadamente a mesma dos fornos de câmara, porém há uma economia no trabalho requerido para carregamento e descarga (NORTON, 1973).



(a) Vagonetes preparadas para queima



(b) Enforna para queima

Figura 26 A e B – Vagonetes com material para ser encaminhada ao forno

A principal limitação para o uso deste tipo de forno, é que uma vez ajustado e em serviço só podem queimar peças do mesmo tipo de pasta com dimensões similares. No entanto, na atualidade se constroem satisfatoriamente fornos de túnel pequenos, os quais podem ser utilizados em qualquer indústria cuja produção seja regular (JUSTO, 1999).

2.5.6.1.8 Forno Tipo Plataforma

A Figura 27 a seguir mostra o tipo de forno plataforma, onde as peças a serem queimadas são colocadas em uma plataforma com rodas de aço sobre trilhos. A plataforma é empurrada e retirada do forno por meio de tração mecânica. A queima nestes fornos pode ser efetuada em fornalhas a lenha, óleo, ou gás instalados nas laterais do forno.



Figura 27 – Forno do tipo plataforma
Fonte: Justo (1999)

De todos os fornos acima, apenas os do tipo Garraão, Paulista e Plataforma não são encontrados no RN.

Todos os fornos citados podem queimar lenha, bagaço de cana, óleo combustível ou qualquer outro combustível energético.

2.6 O USO DO GÁS NATURAL NA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA NO RIO GRANDE DO NORTE

O gás natural é uma fonte primária de energia do tipo não-renovável, fornecido pela natureza na sua forma direta. É um energético combustível formado por uma mistura de hidrocarbonetos gasosos, encontrado naturalmente em depósitos subterrâneos na forma de gás associado (dissolvido em petróleo) ou não-associado (livre de petróleo).

A crise do petróleo na década de setenta, associada ao fato de ser uma fonte não renovável levou o homem a conscientizar-se da necessidade de utilizar outros recursos energéticos. Paralelamente ao fato de novas descobertas de reservas associadas às pesquisas com o objetivo de encontrar petróleo, e diante das excepcionais características, tais como: elevado poder calorífico, facilidade de transporte, flexibilidade na utilização e efeitos poluidores do meio ambiente serem bastante reduzidos, impulsionaram a utilização do gás natural apesar da dificuldade de estocagem.

No Brasil, a primeira produção de gás natural deu-se no ano de 1941 no campo de Candeias, na Bahia. Onde as reservas nacionais já provadas superam a casa de cem bilhões de metros cúbicos com possibilidade de serem triplicadas.

A participação do Gás Natural na matriz energética é de aproximadamente 1,6%, o que representa um percentual muito insignificante quando comparado com o dos países industrializados, que apresentam percentuais entre 15 a 30%. Porém o Brasil tem apresentado o maior percentual em novas descobertas de novas reservas nos últimos anos.

São vários os Estados Brasileiros produtores de Gás Natural, entre eles destaca-se o Rio de Janeiro, Bahia, Alagoas, Sergipe, Espírito Santo, Ceará Rio Grande do Norte, e com grandes perspectivas o estado do Amazonas.

Reportando-se ao Estado do Rio Grande do Norte, este contribui com uma produção de 02 bilhões de metros cúbicos por dia. E por apresentar uma elevação gradual na produção deste gás, foi construída a planta de gás natural próximo aos campos de Ubarana e Agulha. O gasoduto Nordeste ou Nordeste (Figura 28 a seguir), com origem em Guamaré (RN) e o ponto terminal na cidade do Cabo (PE), é

responsável pelo escoamento de 900 m³/dia para as indústrias do RN, PB e PE. Sendo que o gás excedente é utilizado por injeção na recuperação secundária dos poços com o objetivo de aumentar a produção de petróleo.

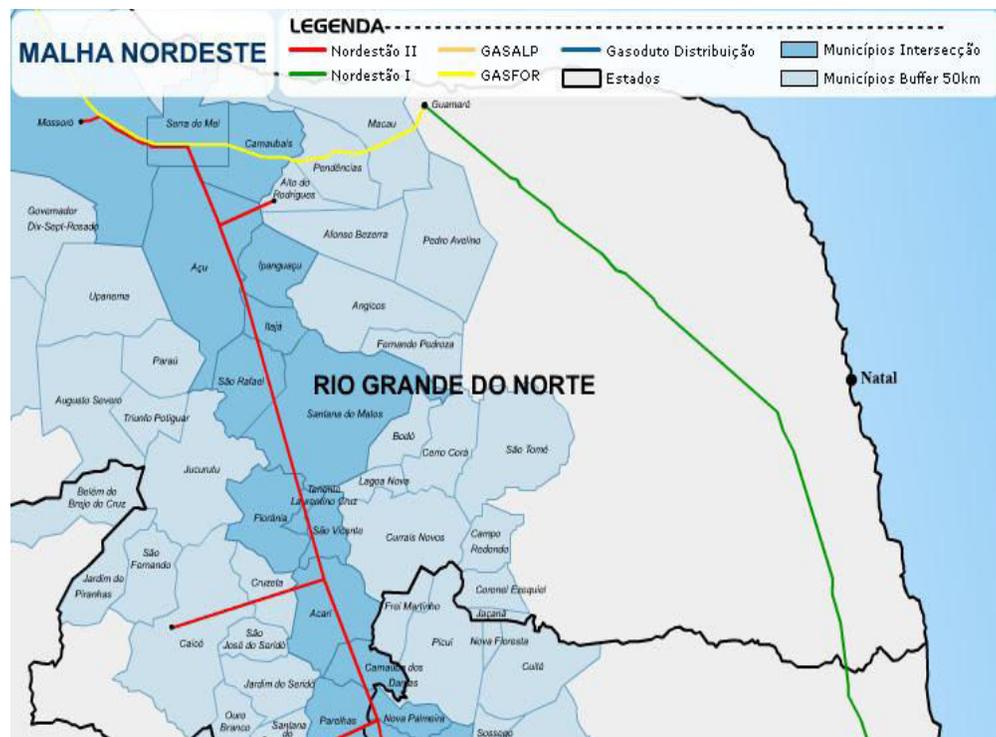


Figura 28 – Redes Gasodutos das Malhas Nordeste I e II
Fonte: FIERN/CTGÁS (2004)

Logo, o uso de gás natural no país, no momento, se configura como um insumo energético de grande importância para a indústria cerâmica vermelha e é ainda muito insipiente. No entanto, torna-se cada vez mais necessário o estudo da aplicação do uso deste combustível, tendo em vista que, cada vez mais, torna-se escasso o fornecimento de lenha para a queima nos fornos cerâmicos.

Medidas governamentais em todos os níveis têm sido tomadas para garantia do fornecimento de gás natural para a Indústria, bem como, da organização de infraestrutura adequada de processamento, armazenamento e distribuição. Apesar do panorama favorável para a utilização do gás natural no setor cerâmico, muito falta para que a sua aplicação possa se tornar uma realidade no país e, especialmente, no Estado do Rio Grande do Norte.

A cerâmica vermelha é produzida hoje no Rio Grande do Norte utilizando processos tradicionais, tendo a queima da lenha como principal fonte de calor. Como não há reflorestamento, o problema do desmatamento, sem nenhum critério, de áreas

vitais torna-se muito grave, alimentando cada vez mais e de forma decisiva a desertificação da região.

A substituição da lenha pelo gás natural, combustível limpo e ecologicamente correto, além de abundante no Estado, vem ao encontro dessa legítima preocupação ambientalista, trazendo, como benefício adicional, uma redução nos custos e uma melhoria na qualidade do produto final (NERI, 2000).

No Brasil estão instalados mais de dez mil estabelecimentos de cerâmica vermelha, constituindo-se num importante segmento industrial que produz mais de dois bilhões de peças por ano e emprega mais de 400.000 pessoas (CARVALHO, 2001; NERI, 2000 e PEREIRA, 2001).

O Estado do Rio Grande do Norte, por sua vez, possui atualmente três grandes pólos de cerâmica, que compreendem a produção de tijolos, telhas, blocos, lajotas etc., sendo os principais fornecedores de insumos básicos para o setor de construção civil, ao mesmo tempo em que absorve um contingente significativo de mão-de-obra. Tais pólos, localizados nas regiões do Baixo Assu, Seridó/Trairi e Grande Natal, utilizam processos cerâmicos tradicionais em suas indústrias. Seus fornos utilizam a lenha como principal fonte de calor.

O desmatamento de áreas vitais, realizado sem nenhum critério com vistas à obtenção de lenha, associado à falta de uma prática de reflorestamento das áreas devastadas tem causado impacto ao meio-ambiente. Estas áreas, por se encontrarem no chamado “polígono das secas”, alimentam cada vez mais e de forma decisiva o problema da desertificação da região.

Uma medida que pode contribuir para a redução desse problema, consiste na substituição da lenha por gás natural (GN) como fonte energética dos fornos cerâmicos. Os benefícios relativos ao meio-ambiente são ainda maiores se considerarmos que o controle sobre a combustão do GN é muito mais eficiente, levando a uma queima completa. Por isso, em relação ao uso de lenha ou de outros combustíveis, as chaminés dos fornos a gás emitem menos poluentes, tais como os óxidos nitrosos (NO_x) e principalmente o monóxido de carbono (CO).

Vantagens técnicas têm sido apresentadas para o emprego deste energético no setor cerâmico. No entanto, do ponto de vista econômico é discutível a sua utilização, tendo em vista que o preço ofertado está vinculado a uma cesta de produtos indexada ao dólar, tornando este produto, em alguns casos, inviável para o ceramista. Caso seja equacionado este fator inibidor de consumo, o gás natural poderá atingir melhores

índices na matriz energética brasileira, já que conta com ampla aceitação com relação ao baixo impacto que produz no meio-ambiente, pelo fato de produzir baixos índices de poluição do ar quando queimado (PEREIRA, 2000).

A utilização do gás natural apresenta as seguintes vantagens: a) elevado rendimento na combustão; b) limpeza dos produtos de combustão; c) facilidade de combustão completa; d) reduzido custo de manutenção de sistemas; e) formatos adequados de chama a cada aplicação (BARDINI, 1990).

A utilização do gás natural na indústria cerâmica apresenta inúmeras vantagens em relação aos combustíveis sólidos e líquidos: 1) o processo de nebulização de combustível é suprimido, eliminando o gasto de energia para o seu armazenamento e atomização; 2) a ótima relação de mistura ar/gás permite operar com menor excesso de ar, elevando a eficiência do processo de combustão; 3) o sistema de queima de gás possui uma faixa de regulação maior que qualquer sistema operando com combustível líquido; 4) maior estabilidade de chama isenta de resíduos e particulados; 5) menor custo de operação em relação às paradas para manutenção e limpeza do sistema de combustão, associadas à facilidade operacional; 6) baixo ataque químico aos refratários da câmara de combustão dos fornos em razão da ausência de enxofre e vanádio; 7) redução das emissões de gases e particulados (CO_2 , SO_3 , SO_2 e NO_x), comparados aos deixados pelos combustíveis líquidos; 8) dispensa área de armazenamento menor do que a lenha e o óleo; 9) disponibilidade de distribuição dos gasodutos (Nordestão, Brasil–Bolívia e Uruguaiana-Porto Alegre); 10) possibilidade de obtenção de produtos com melhores propriedades mecânicas e coloração homogênea; 11) criação de matriz de consumo a partir do GLP com disponibilidade imediata para o consumo; 12) substituição da lenha, contribuindo para a redução da poluição e do desmatamento; 13) viabiliza a cogeração; 14) suas reservas são amplas, crescentes e dispersas em todo o planeta (CARVALHO, 2001 e PEREIRA, 2000).

Neste sentido, o gás natural tem sido uma esperança para a indústria cerâmica nacional. Espera-se que medidas governamentais estruturantes possam ser adotadas para tornar o gás uma opção economicamente viável, a partir da implantação de redes de gasodutos que possibilitem aos pólos cerâmicos regionais acesso a este tipo de combustível. Como também, torna-se necessária uma modernização do parque industrial, acompanhada de capacitação de mão-de-obra para a qualificação e aumento da produtividade deste setor.

2.6.1 Queima de Cerâmica Vermelha usando Gás Natural

A queima de cerâmica vermelha utilizando gás natural tem sido estudada nos últimos anos, sobretudo, devido à disponibilidade deste energético para a indústria de um modo em geral. A dificuldade tem sido substituir os atuais fornos a lenha das indústrias de cerâmica vermelha por fornos a gás natural, devido a sua arquitetura, que apresentam grande inércia térmica, acarretando perdas em torno de 20 a 30% de seus produtos.

A utilização do gás natural para a queima na indústria de cerâmica vermelha é de grande importância e tem relevante peso tanto na economia como na qualidade final dos produtos cerâmicos.

A grande vantagem na utilização deste tipo de combustível na queima da cerâmica vermelha está na sua combustão uma vez que está ligada a reação de combustão dos seus principais constituintes. No caso do gás natural de Guimarães/RN, está ligada principalmente a combustão do metano que constitui 84,3%, a combustão do etano que contribui com 10,76% e do propano que contribui somente com 0,25%, encontrados na Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Composição simplificada do GN de Guimarães/RN

Componentes	[C]	[H]
Metano	0,8430	3,3720
Etano	0,2152	0,6456
Propano	0,0075	0,0200

Fonte: Petrobras (2005).

Portanto, para que ocorra uma queima de excelente qualidade se faz necessário que seja considerado os processos físicos, químicos, aerodinâmicos e térmicos envolvidos na propagação da chama fundamentando-se em teorias que tanto pode enfatizar os processos de condução térmica (teorias térmicas) como também o processo de difusão (teorias difusionais), ou ainda envolver ambos os processos.

Para tanto a zona de combustão que separa os gases frios dos gases quentes, é de fato uma zona chamada de zona de transição contínua na qual ocorrem reações químicas muito rápidas que transformam os compostos iniciais em produtos finais, que poderão influenciar significativamente durante o processo de queima do gás natural.

Dependendo do tipo de matéria-prima empregado e das propriedades desejadas, deve-se ter um controle da queima destes materiais. A Figura 29 a seguir ilustra uma

curva de queima típica real de um forno industrial para uma cerâmica a base de argilas (SCHNEIDER, 1991).

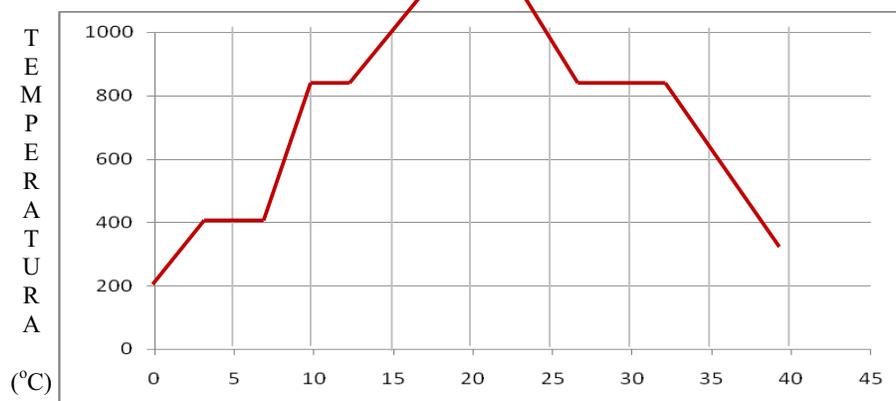


Figura 29 – Curva de queima de cerâmica a base de argila
Fonte: Schneider (1991).

O bom desempenho de fornos inclui muitas variáveis, tais como, os combustíveis, processos de transferência de calor e massa, tipo de forno, bem como análise da curva térmica. A determinação do tempo de queima e a distribuição de temperaturas, além de ser muito importante na qualidade dos produtos finais, têm influência no consumo de energia. Peças queimadas durante muito tempo e a temperaturas muito altas elevam o consumo de energia e podem ficar superqueimadas. Por outro lado, temperaturas baixas ou tempos de queima muito curtos podem determinar peças cruas, principalmente nos pontos mais frios do forno (JUSTO 1999).

O levantamento de imagens térmicas de um forno intermitente (chama reversível) para cerâmica vermelha utilizando-se lenha e gás natural foi realizado por Neri et al (2000). Neste trabalho, foi feito um estudo comparativo para encontrar parâmetros térmicos para conversão dos fornos a lenha em gás natural. Concluiu o referido estudo, que a velocidade de distribuição de calor ao longo da carga pode ser alterada mudando-se a quantidade de calor fornecida pelos queimadores com isso, possibilitando uma melhor distribuição do calor no interior do forno.

Acchar (2001) analisou o potencial que o Estado do Rio Grande do Norte possui para disponibilizar este energético para a indústria potiguar em substituição a lenha em alguns pólos de produção. O estudo apresenta a produção de gás natural no estado em 3,5 milhões de m³/dia no município de Guamaré. Desta produção apenas 0,2% foi consumido pelo setor de cerâmica. Experiências de utilização a exemplo do que já

ocorria em outros estados, passaram a acontecer em algumas regiões produtoras no Estado, como Potengi, Assu, Seridó e Trairi.

Neri et al (2001), realizaram experiências com GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) na tentativa de converter um forno convencional para queimar a gás. A tentativa foi justificada pelo fato do gás ter uma queima limpa e de baixo impacto ambiental. Além do mais, o GLP pode ser transportado para regiões mais afastadas dos gasodutos, onde não é possível o uso do gás natural. Foram feitas queimas sucessivas com lenha e GLP, onde se estabeleceu um comparativo entre o desempenho destes combustíveis, chegando-se a conclusão que tecnológica e economicamente é viável a utilização do gás.

A maior dificuldade de conversão dos fornos convencionais, tipo caieira, deve-se a grande inércia térmica apresentada, aliada ao consumo de combustível para tornar a queima efetiva. Alguns outros estudos concluem ainda, que os fornos caieira apresentam grandes perdas de produtos, portanto, baixa produtividade. Este tipo de forno torna-se inviável para produções em largas escalas, quando comparados com outros modelos utilizados no setor, devido à má distribuição de calor no seu interior e dificuldade de controle de temperatura (ALEXANDRE, 2002).

Freitas (2003) verificou que, em escala industrial (com a conversão para GLP de um forno intermitente), as curvas térmicas no interior do forno apresentam um gradiente térmico de aproximadamente 300 °C entre a abóbada e o piso, sendo necessário um controle mais rigoroso para minimizar estes efeitos. Embora este estudo não indique quais os procedimentos, mesmo assim, assegura que a queima de cerâmica vermelha com GLP é mais eficaz comparativamente à lenha. Neste estudo, obtiveram-se produtos de primeira qualidade, sendo 87% e 95% melhores, respectivamente, para aplicação em tijolos e telhas.

Santos (2003) comparou as propriedades cerâmicas de corpos de prova de cerâmica vermelha, queimados com GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) e forno resistivo nas temperaturas de 900, 950, e 1000 °C, com adição de 10 a 50% em peso de feldspato. Utilizou curva de queima para o forno resistivo com taxa de aquecimento de 10°C/min com patamar de 2 horas. Já para o forno a gás, segundo relata, não foi possível realizar o mesmo controle de temperatura da queima com o forno resistivo.

Seus estudos concluíram que, a resistência mecânica aumenta com o aumento da temperatura e diminui com o aumento da massa ponderal de feldspato nos dois fornos, à exceção dos corpos de prova com composição de massa de 20% de peso com feldspato, que apresentaram os melhores resultados. Na temperatura de 1000 °C, os corpos de prova apresentaram melhores performances. Comparativamente, os resultados das

propriedades cerâmicas apresentaram melhores resultados para os corpos de prova queimados com forno resistivo em relação aos queimados com GLP (SANTOS 2003).

Portanto, os resultados das propriedades físico-mecânicas para a temperatura de 950 °C queimados com forno resistivo e GLP poderão ser observados a partir dos dados da Tabela 7 a seguir.

Tabela 7 – Propriedades físico-mecânicas dos corpos de prova queimados com forno resistivo com GLP a 950 °C

Argila com % de feldspato	Retração Linear de Queima (%)		Absorção de Água (%)		Porosidade Aparente (%)		Massa Específica Aparente (%)		Ruptura a Flexão (MPa)	
	Resistivo	GLP	Resistivo	GLP	Resistivo	GLP	Resistivo	GLP	Resistivo	GLP
10	7,33	2,86	7,20	8,05	16,22	16,64	2,26	2,07	17,5	20,7
20	6,89	2,74	7,42	8,61	16,62	17,72	2,24	2,06	19,1	17,3
30	6,29	2,72	8,09	10,45	17,77	21,17	2,20	2,03	17,7	16,4
40	6,43	2,46	7,96	12,26	17,29	24,55	2,18	2,00	17,4	14,9
50	4,75	1,51	15,19	15,48	24,29	29,04	2,00	1,88	14,7	10,5

Fonte: Santos (2003).

Pereira et al (2001) estudou a queima de cerâmica vermelha com GLP, nas temperaturas de 900, 950, 1000 e 1050°C, com taxa de aquecimento de 10°C/ min e patamar de 2 horas. Os corpos de prova foram confeccionados com massas cerâmicas de argilas plásticas com composição de 10 a 50% de argilas não-plásticas, oriundas de jazidas do pólo cerâmico do Assu-RN, apresentando granulometrias que indicam aplicação tecnológica para a fabricação de tijolos furados. As conclusões deste estudo apontam que os corpos de prova apresentam melhores propriedades cerâmicas com o aumento da temperatura de queima e da variação percentual de argila não-plástica com destaque para a composição de massa com o percentual de 30% de argila não plástica. Os melhores resultados do módulo de ruptura à flexão se apresentam para os corpos de prova queimados na temperatura de 1050°C, na composição de massa de 50% de argila não-plástica.

2.6.2 Processo de Evolução da Cerâmica Vermelha

A evolução do setor cerâmico brasileiro ocorreu por meio da implantação de empreendimentos industriais no início do século passado, devido à substituição da madeira por tijolos e telhas nas edificações, por razões sanitárias e de escassez dessa matéria-prima e, sobretudo, em decorrência das transformações socioeconômicas do País, quando o desenvolvimento industrial e a aceleração do crescimento urbano impulsionaram a demanda por produtos cerâmicos destinados à construção civil. Com a

intensificação do consumo de peças cerâmicas, as olarias, que operavam de forma familiar, tiveram que se adaptar, aproximando-se dos centros urbanos e sistematizando as técnicas produtivas, com a importação de equipamentos e processos europeus.

Com a expansão e explosão da indústria de construção civil, houve em consequência também a explosão do parque cerâmico nacional, com a instalação de inúmeras indústrias e de produção diversificada. Até então, a produção estava concentrada no ramo de produtos de queima vermelha para a construção civil. As novas unidades fabris, de porte variado, passaram a produzir materiais de revestimento (pisos, azulejos e pastilhas), cerâmica sanitária, isoladores elétricos de porcelana, louça e porcelana de mesa, de adorno e técnica, materiais abrasivos e refratários.

A partir da década de 1960, observou-se, no Estado do Rio Grande do Norte, um expressivo crescimento do número de cerâmicas, devido à industrialização e urbanização dos grandes centros, principalmente o que ocorriam nas grandes capitais e cidades do país. A disponibilidade de matéria-prima mineral e da argila de várzea também contribuiu para o aparecimento e consolidação de arranjos, no Estado. Permitindo assim que em várias partes do estado surgissem blocos furados e telhas planas.

Já a partir das décadas de 1970 e 1980, surgiram os blocos de furo vertical, havendo uma relativa modernização, com algumas unidades adotando fornos semicontínuos (tipo Hoffman), túnel e secadores semicontínuos e automação de processos produtivos.

Portanto, ao se focalizar a situação brasileira atual, relativa ao ramo da cerâmica vermelha, observa-se que ainda coexistem três períodos evolutivos: artesanal, industrial e de qualidade/ modernização.

Mesmo com esse perfil tecnológico desequilibrado, o parque de cerâmica vermelha brasileiro é um dos mais importantes do mundo, sendo responsável por uma demanda anual de matéria-prima da ordem de 70 milhões de toneladas.

A coincidência, em determinadas regiões, de abundância de matéria-prima e de crescimento industrial e urbano, tem propiciado o surgimento de pólos cerâmicos, porém, sabe-se que a instabilidade econômica e de programas de habitação constantes que ocorrem no país nesses últimos anos têm refletido no mercado de cerâmica vermelha.

Por outro lado, sabe-se que a indústria da construção civil, é a principal consumidora desses produtos, e que agregam construtoras e revendedores tiveram suas atividades praticamente estagnadas. Há, atualmente, no Brasil, uma tendência percebida

de reativação desse setor principalmente devido à estabilidade econômica, no Brasil e no mundo; ao fim da inflação descontrolada, à maior oferta de crédito habitacional, ao alargamento do prazo dos financiamentos e à forte demanda reprimida por uma casa própria.

Esta situação, e influenciada pela revolução industrial que está ocorrendo, tem forçado o segmento a melhor se organizar para enfrentar um mercado cada vez mais competitivo e exigente por qualidade. Dessa forma o segmento tem se empenhado em enquadrar seus produtos de acordo com as exigências das normas técnicas (BUSTAMANTE; BRESSIANI, 2000).

Usualmente as empresas do setor possuem reservas e jazidas próprias da matéria-prima. Modificações vêm ocorrendo nas empresas produtoras de cerâmica, fazendo com que elas passassem a terceirizar a suprimento destes materiais. As empresas fornecedoras de matéria-prima, em geral, são de pequeno porte, quase sempre nas proximidades dos pólos de consumo.

Algumas questões que afetam o segmento de Cerâmica Vermelha como um todo, segundo Dualibi Filho (1999) e Carvalho (2001): 1) Baixa qualidade dos produtos (grande variação dimensional e baixa resistência mecânica); 2) Grande manuseio de matérias-primas, cerca de 83 milhões de toneladas/ano. A exploração das argilas de forma não racional pode causar impacto ambiental e escassez da matéria-prima; 3) A lenha ainda é empregada na sua maioria como insumo energético, advindas de florestas naturais e até mesmo de mangues. A maioria das empresas utiliza fornos de baixíssima eficiência energética; 4) A qualificação da mão-de-obra é baixíssima, com pouco ou inexistente treinamento para empregados e deficiências na gestão administrativa; 5) A produtividade média 12.000 peça/operário/mês é baixíssima quando comparado com o padrão europeu de 200.000 peças/operário/mês. Grande defasagem tecnológica tanto em termos de maquinário, nível de automação como o próprio processo de produção (em suas 4 etapas básicas: extração e preparo das matérias-primas, conformação, secagem e queima); 6) Necessidade de redução do custo da produção, aliada às exigências de normalização; e 7) Preocupação voltada para reduzir a grande diversificação de tipos de produtos existentes, não só visando uma redução de custos de produção, mas também para atender melhor a construção civil com produtos dentro de certos padrões, que proporcionem uma efetiva diminuição dos desperdícios que hoje ocorrem nessa área, de um modo geral da ordem de 30%.

Assim, são temas norteadores das perspectivas do setor Cerâmico em todo o Território Nacional bem como no Estado do Rio Grande do Norte, permitindo que todas as ações relacionadas com o processo produtivo de cerâmica vermelha têm como fator principal a atuação na produção enquanto estratégia de desenvolvimento.

Portanto, os três principais eixos para Cadeia da Construção Civil traduzem o esforço voltado para o desenvolvimento regional, competitividade sistêmica, geração de emprego e renda e desenvolvimento produtivo regional. Logo, as três áreas importantes de atuação, serão: a) Política Habitacional – Investimento em habitação de interesse social, infra-estrutura e Parcerias Público-Privadas para obras de infra-estrutura e saneamento; b) Política Industrial, Tecnológica e de Comércio – Onde se deve ter sempre a preocupação de atuar na cadeia produtiva, buscando qualificação de mão de obra, qualidade dos produtos, melhoria dos processos e sistemas construtivos; proporcionando inovação na cadeia; e c) Política de Investimento.

As cidades do Rio Grande do Norte, onde se tem a maior concentração de empresas que atuam no ramo de cerâmica vermelha, foram áreas voltadas para a agricultura de subsistência e criação de animais em sua maioria de pequeno e médio porte. A partir da explosão da indústria da construção civil a necessidade de programar a indústria Cerâmica Vermelha, como sendo um dos ramos pioneiros no processo de industrialização, considerado também grande responsável pelo crescimento da cidade.

O parque industrial de cerâmica vermelha do Rio Grande do Norte tornou-se com outras áreas de atuação um principal ramo de atividade econômica de vários municípios contribuindo até os dias de hoje. A predominância é de empresas fabricantes de blocos e de vedação, além de telhas. Os municípios, entretanto, para abastecimento de matéria-prima, dependem na maioria das vezes que estas sejam provenientes de regiões mais distantes do local de processamento das unidades locais.

O Pólo Cerâmico do Rio Grande do Norte vem se organizando através de iniciativas de órgãos governamentais, empresários, sindicatos e pesquisadores de Universidades através dos programas de Pós-Graduação, onde há alguns anos estudos estão sendo apresentados nas mais diversas propostas de melhoria do sistema produtivo.

As propostas de melhoria ocorrem desde fontes alternativas de energia bem como novos modelos de produção, sempre tendo como principal objetivo a melhoria da qualidade do produto final relacionada com o menor custo de produção, permitindo assim uma melhor participação no mercado consumidor fazendo com que a população

daquela região produtora permanece em sua área evitando o êxodo para os grandes centros, fortalecendo a indústria de Cerâmica Vermelha na região.

Portanto, o melhor método de estruturação da cadeia produtiva para a indústria de Cerâmica Vermelha é a criação e elaboração de uma política de produção, a qual visa o incremento da competitividade das micro e pequenas empresas do Estado.

2.6.3 Cenário Atual

Existem diversos segmentos no estado do Rio Grande do Norte formados por micro e pequenas empresas, nas quais estão agrupadas e localizadas geograficamente próximas umas das outras, em uma determinada região. Grande parte delas atuam isoladamente no mercado e, até mesmo, cria uma concorrência predatória entre si, sem buscar alternativas conjuntas, a exemplo de parcerias e cooperações para o benefício da região onde estão inseridas. Uma das principais razões da atuação isolada dessas empresas é a estrutura organizacional, formada por proprietários e funcionários pertencentes a uma mesma família, com mão-de-obra desqualificada e com visão restrita do mercado. É justamente a falta de sintonia com o mercado, que afasta gradativamente o setor das novas tendências e necessidades dos clientes.

A rivalidade local dessas empresas, com baixa produtividade, gera uma guerra e conseqüentemente, uma diminuição dos preços de venda de seus produtos, mesmo que abaixo do custo de produção, fazendo com que estas segurem os salários para reduzir os custos, e desta forma envolvam o mínimo de investimentos, tanto em tecnologia como na qualificação de gestão de pessoas (PORTER, 1999).

A capacitação de recursos humanos realizada por instituições de ensino, e a tecnologia e pesquisa gerada por universidades e outras instituições, não são absorvidas pela maioria das empresas, principalmente pelo baixo nível de instrução, dificuldade na gerência do empreendimento e por falta de conhecimento e credibilidade das vantagens que estes recursos poderiam proporcionar a médio e longo prazo. Em alguns setores, a tecnologia empregada é arcaica e a exigência do mercado é baixa com relação a produtos de qualidade, justificando-se o pouco investimento em tecnologia e qualificação de mão-de-obra. Portanto, pode-se dizer que a inércia cultural dos empresários destes segmentos faz com que haja uma protelação das reformas tecnológicas dos setores, sendo esta uma das grandes dificuldades encontradas para a introdução de novas tecnologias (PIZZETTI, 1999).

Os fornecedores e clientes também não interagem de forma efetiva com as micro e pequenas empresas, no sentido de se tornarem parceiros em busca de objetivos comuns, visando a fabricação de produtos de qualidade, o aumento da penetração no mercado e a diminuição da agressão ao meio ambiente.

O não cumprimento de normas técnicas, ou mesmo a inexistência de certificação de produto para a venda em determinados mercados, ou a introdução de novos produtos que substituam parcial ou integralmente os produtos existentes, principalmente para a utilização em setores afins.

Esses fatores podem determinar a extinção de muitas empresas que não estiverem atentas ou em fase de preparação para a introdução de novas tecnologias, buscando a melhoria da qualidade e produtividade.

Diante da apresentação de alternativas energéticas para o processo térmico nas indústrias de cerâmica vermelha, conclui-se que os combustíveis mais adequados com relação à eficiência do processo e aos aspectos ambientais são os combustíveis gasosos. Nesse sentido, o gás natural se configura como um insumo energético de grande importância e potencialidade para a utilização na indústria cerâmica vermelha, graças a todas as vantagens por ele apresentado.

Portanto, entende-se que as indústrias de cerâmica vermelha devam buscar soluções e alternativas modernas de produção, incluindo a análise e a otimização de processos produtivos, bem como a economia e a racionalização da energia utilizada em seus processos. Com isso, é possível garantir sobrevivência e competitividade no mercado e poder atender as exigências e especificações de produtos, que cada vez são mais rígidas.

Para se obter um produto de boa qualidade, se faz necessário que os processos de fabricação sejam mecanizados (Figura 30 a seguir) e possua os controles apropriados, obedecendo à seqüência indicada: Controle laboratorial da jazida; Controle laboratorial da mistura; Controle do tempo de amadurecimento da mistura; Controle da umidade da mistura no laminador; Controle da variação dimensional e angular no corte; Controle do desgaste dos moldes; Controle da temperatura e ventilação de secagem; Controle da distribuição da carga e temperatura da queima no forno; Inspeção final do produto e seleção, e Controle na expedição.

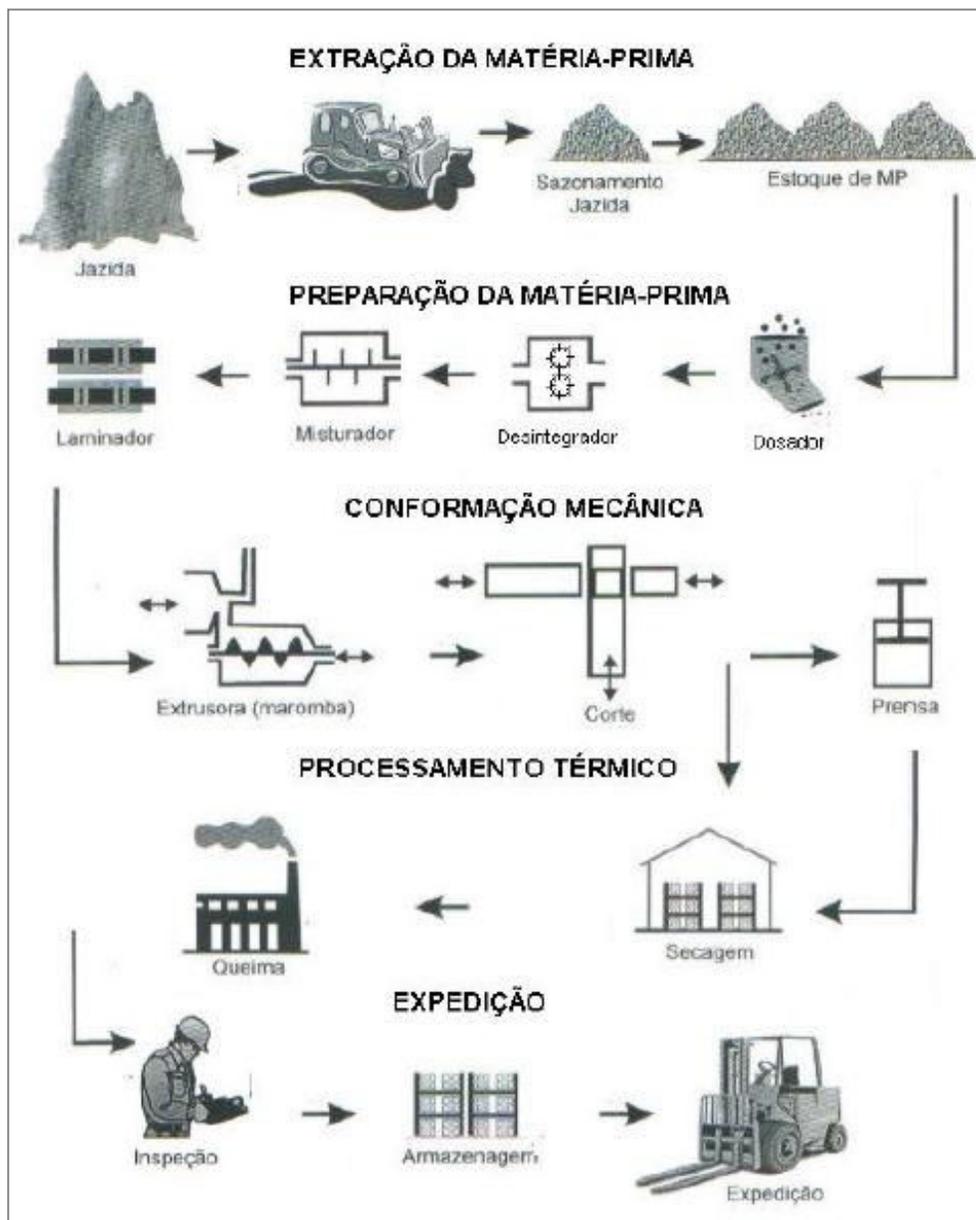


Figura 30 – Esquema do processo de produção de cerâmica vermelha
 Fonte: Adaptado de VILLAR (1988), CAVALIERE et al. (1997), MAFRA (1999).

Entre os vários problemas enfrentados pelo setor, pode-se citar a avaliação das peças produzidas pela falta de padronização e a variedade de tipos de produtos, o que dificulta o controle da produção, provocando descontinuidade na linha de fabricação das peças. Cada fabricante possui o seu próprio padrão e isto prejudica ou compromete o controle da qualidade final do produto, além do que não há uma estrutura organizacional onde se definem as funções e responsabilidades do pessoal que trabalha no setor produtivo.

O trabalho artesanal, pelas suas características, tem um ritmo lento de adaptação e inovação, aspecto que assinala a urgência de um especialista, tanto para projetar, como para produzir.

Devido às exigências de mercado e ao aparecimento de materiais alternativos, as empresas do setor, salvo algumas exceções, passam por uma fase em que a sua evolução e controle é decisiva para a própria sobrevivência.

A nova realidade do mercado, a globalização da economia e as oportunidades com a globalização requerem a necessidade de modernização do setor, o que contribuirá para que o material cerâmico seja produzido com suas qualidades físicas e mecânicas bastante controladas, enfatizando a qualidade total no processo e no produto e atendendo as exigências de normatização existente, permitindo assim uma competição em igualdade com as empresas do setor.

A busca da qualidade definida em termos de percepção dos clientes, vantagens competitivas, melhoria de lucratividade através da diminuição dos custos de produção e a crescente conscientização com relação à escassez dos recursos ambientais só serão atingidas com um eficiente gerenciamento de processos incorporados em todos os aspectos do planejamento, desenvolvimento e comercialização dos produtos.

A eficácia de qualquer processo pode ser melhorada, não importa como ele tenha sido concebido. Eficácia aperfeiçoada gera clientes mais satisfeitos, o que leva a maior venda e participação no mercado (HARRINGTON, 1993).

A eficiência significa a extensão com que a demanda de recursos é minimizada e o desperdício é eliminado, na busca da eficácia. Produtividade é a medida da eficiência (HARRINGTON, 1993).

A implementação de medidas que enfocam a melhoria de desempenho, descobrindo e eliminando as deficiências do sistema, resultará em efeitos positivos em longo prazo. Sobre a importância na melhoria da eficiência da produção, assim se posiciona Lubben: “Melhorar a eficiência de produção implica usar menos materiais, menos mão-de-obra e reduzir as tarefas indiretas para obter o mesmo resultado. Adicionalmente, melhorias na eficiência ou qualidade tendem a reduzir custos em mais de uma área ao mesmo tempo” (LUBBEN, 1989).

Já, a adaptabilidade, área muito desprezada, é crítica para a empresa assegurar uma vantagem competitiva no mercado.

A adaptabilidade trata-se da flexibilidade de o processo atender as expectativas futuras de mudanças do processo e as exigências atuais das solicitações especiais do

setor. Consiste em gerenciar o processo para atender às necessidades especiais de hoje e as exigências futuras (HARRINGTON, 1993).

Mary Walton (1989) explica a melhoria da qualidade através da “Reação em Cadeia de Deming”, conforme indica a Figura 31 a seguir.

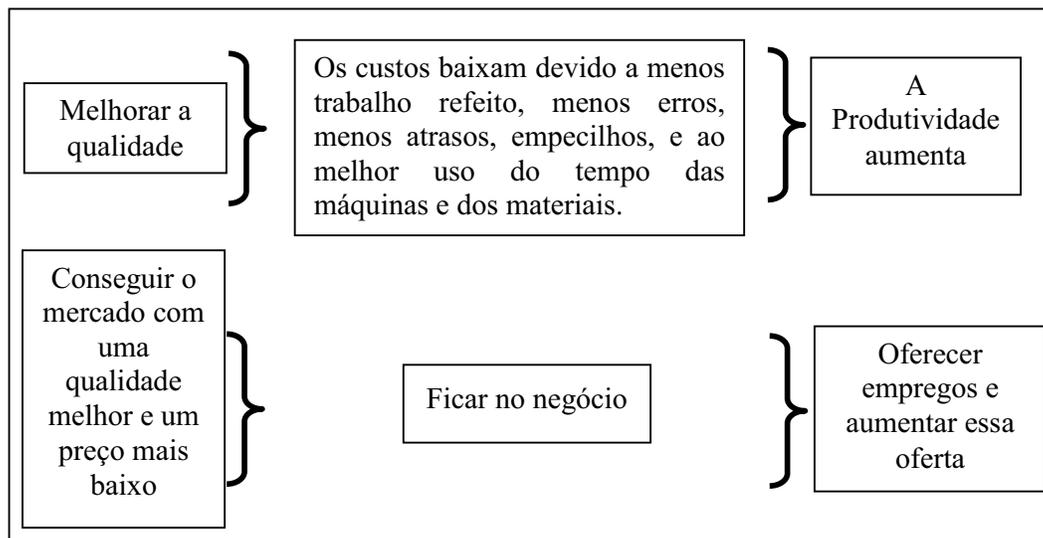


Figura 31 – A Reação em Cadeia de Deming
Fonte: Walton (1989)

2.7 DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA E SUAS CONSEQUÊNCIAS NO PROCESSAMENTO CERÂMICO

Na indústria de cerâmica vermelha, o critério geral para formular composições argilosas é utilizar um componente plástico – que naturalmente é argila – um material fundente, é um material relativamente inerte que atua como enchimento. O argilomineral predominante existente nas argilas para uso em cerâmica vermelha é a ilita, e na cerâmica branca é a caulinita. O potássio e o magnésio contidos neste mineral exercem uma ação fundente, portanto, as argilas íliticas atuam como fundentes e como componente plástico. Para completar a composição somente necessita-se de um material inerte de enchimento, que na maioria dos casos é o quartzo.

A composição granulométrica das argilas e seus respectivos campos de aplicação são previstos no diagrama triaxial de Winkler, apresentado na Figura 32 a seguir. Este diagrama ternário apresenta a distribuição granulométrica e dá uma idéia da composição mineralógica e das características físico-químicas das argilas (ELIAS, 1995).

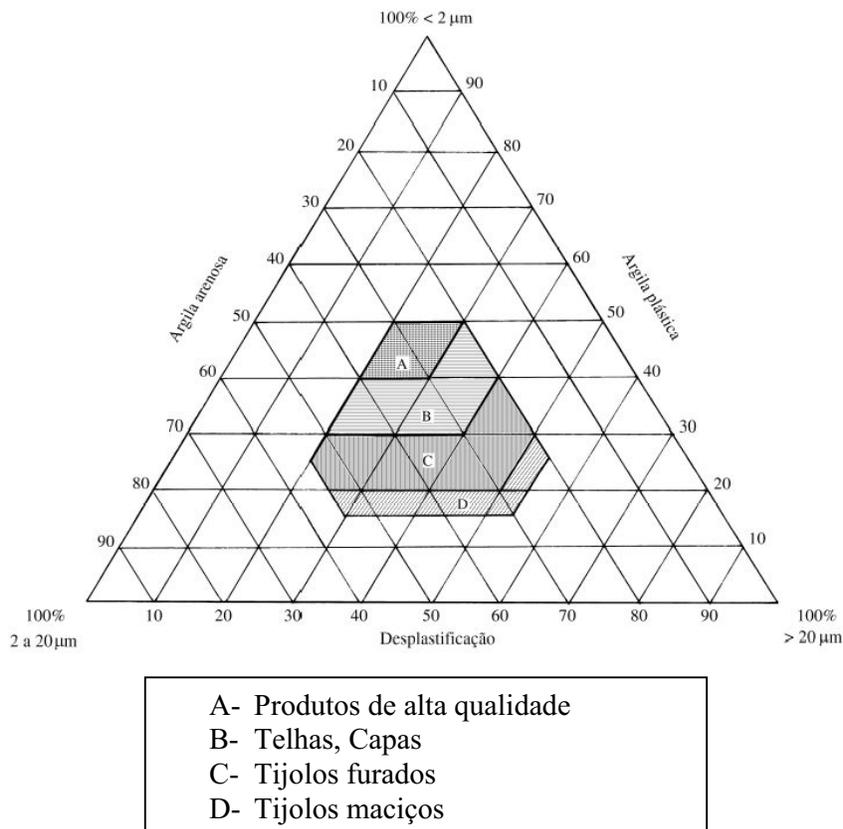


Figura 32 – Diagrama de Winkler
 Fonte: Pracidelli; Melchiades (1997).

Para Motta (2001) verifica-se que, na prática ceramista, a utilização da classificação granulométrica é empírica, ou seja, com base na experiência, o que dificulta a padronização, qualidade dos produtos e a transferência do saber tecnológico. Adicionalmente à composição granulométrica, que reflete o conteúdo de argilominerais e quartzo, as argilas contêm também proporções variadas de matéria orgânica. Este material contribui para uma maior plasticidade e resistência mecânica das peças a verde.

A Tabela 8 a seguir apresenta as diversas regiões do diagrama de Winkler e suas respectivas composições granulométricas que as massas cerâmicas podem assumir em função do produto desejado. O diagrama de Winkler pode ser útil na fabricação dos produtos de cerâmica vermelha. A própria distribuição granulométrica dá uma idéia da composição mineralógica e das características físico-mecânicas das argilas.

Tabela 8 – Composição granulométrica dos produtos de cerâmica vermelha

Regiões	Composição granulométrica (%)		
	2 µm	2 a 20 µm	20 µm
Tipos de produto			
A. Materiais de qualidade com dificuldade de produção	40 a 50	20 a 40	20 a 30
B. Telhas, capas	30 a 40	20 a 50	20 a 40
C. Tijolos furados	20 a 30	20 a 55	20 a 50
D. Tijolos maciços	15 a 20	20 a 55	25 a 55

Fonte: Pracidelli; Melquiades (1997).

Esses componentes possuem granulometrias distintas, influenciando decisivamente nas propriedades dos produtos acabados. Nos tratados de edafologia, a classificação dos solos por corte granulométrico se estabelece a partir de percentagens, obedecendo à seguinte classificação: Argila ($\emptyset < 0,002$ mm), silte ($0,05 > \emptyset > 0,002$ mm) e areia ($0,05 < \emptyset > 2$ mm).

As diferentes faixas de granulometria são determinantes na textura, plasticidade retração de secagem e resistência dos produtos fabricados. Quanto menor a granulometria maior será a plasticidade e conseqüentemente a retração de secagem. Argilas com granulometrias altas dificultam a extrusão das peças provocando maior desgaste na boquilha da maromba e dificulta o corte, causando desuniformidade e maior consumo de energia.

2.8 PLASTICIDADE DE MASSAS ARGILOSAS

A plasticidade é uma propriedade fundamental das argilas e aparece pela adição de quantidades de água adequadamente, formando-se uma massa pastosa, que possa manter a forma após a retirada do esforço deformante. Os índices de Atterberg são conhecidos como a quantidade de água necessária para o início do fenômeno denominado limite de plasticidade, e para o fim do estado denominado limite de liquidez. A diferença entre os limites de liquidez e de plasticidade denomina-se índice de plasticidade, o qual define as zonas que determinam características das argilas para a aplicação requerida. O diagrama de Casagrande apresentado na Figura 33 a seguir tem sido utilizado com sucesso para a caracterização da plasticidade de uma argila.

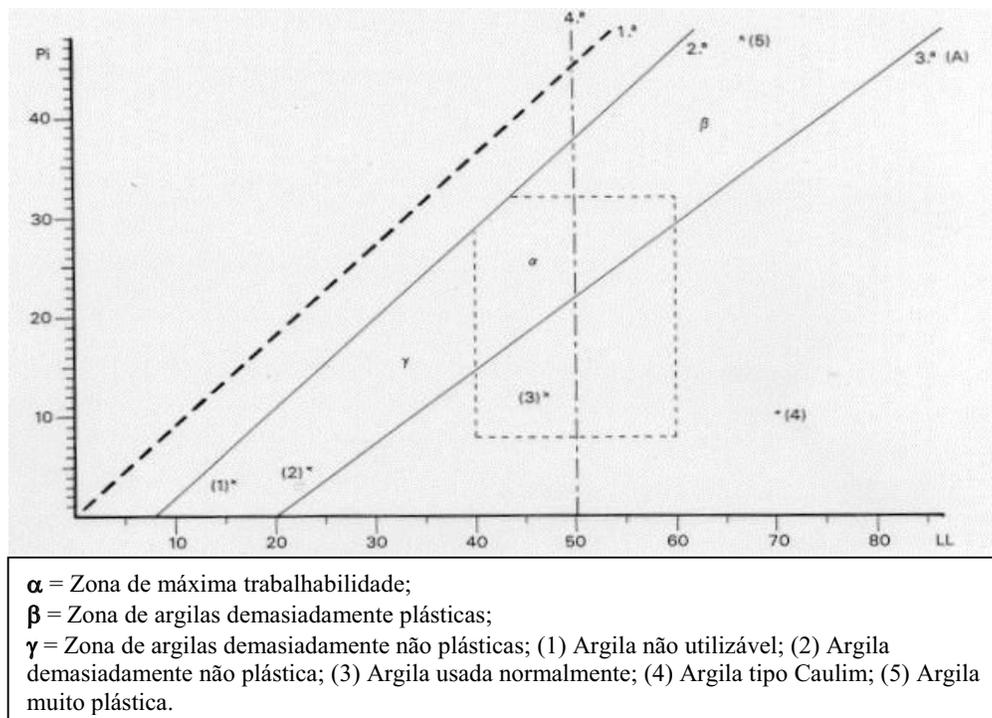


Figura 33 – Gráfico do Diagrama de Casagrande
 Fonte: Bruguera (1986)

O diagrama de Casagrande representa, respectivamente, os *limites de liquidez e índice de plasticidade* de argilas. No gráfico, conforme Bruguera (1986), as zonas que caracterizam os solos argilosos podem ser observadas com base nas descrições apresentadas na legenda acima. Sabe-se que a plasticidade de uma argila é fator determinante para a qualidade do produto em função do processamento realizado. Conforme Bruguera (1986); Gomes (1986), os solos argilosos podem ser classificados a partir dos seus índices de plasticidade em:

- $1 < IP < 7$ Fracamente plástico
- $7 < IP < 15$ Medianamente plástico
- $IP > 15$ Altamente plástico

Ainda Bruguera (1986); Sousa Santos (1989); Zandonadi (1988) apresentam a plasticidade e a umidade como propriedades marcantes das argilas. A plasticidade de uma argila é determinante para a aplicação desta na definição do produto desejado, pois quando adequadamente umedecidas tornam-se plásticas, permitindo grande versatilidade nos processos de conformação plástica.

A Plasticidade em argilas é essencialmente resultante das forças de atração entre partículas de argilominerais e da ação lubrificante da água entre as partículas; sua

influência é determinante na conformação das peças e na resistência mecânica dos corpos verdes, necessária para o seu manuseio até o secador.

Alguns fatores influem na plasticidade: Granulometria e distribuição do tamanho das partículas; Forma das partículas; Anisotropia das partículas (comprimento, largura e espessura); Presença de maior ou menor quantidade de água, que é o lubrificante natural; Presença ou não de matéria orgânica que, sendo substância coloidal, aumenta a plasticidade; Presença de sais solúveis e/ou eletrólitos que interferem nas forças de atração (Van der-Waals) entre as partículas, aumentando ou principalmente reduzindo estas forças, e Presenças de impurezas minerais, como quartzo, mica, calcário e outros de granulometria geralmente mais grosseira e que reduzem a plasticidade das argilas.

Para se obter uma melhor trabalhabilidade da massa cerâmica visando alcançar um produto de qualidade, faz-se necessário determinar os limites de liquidez, plasticidade e índice de plasticidade. Conforme Caputo (1994), para os solos em cuja textura haja certa percentagem de fração fina não basta apenas a granulometria para caracterizá-los, pois suas propriedades plásticas dependem de alguns fatores: teor de umidade, forma, tamanho e estrutura das partículas, temperatura, controle de acidez, da alcalinidade e da composição química e mineralógica; também é importante o acréscimo de aditivos, os quais interferem na trabalhabilidade da argila, segundo assegura (BRUGUERA, 1986).

Normalmente, numa argila, a água de plasticidade é levemente superior ao índice de plasticidade de argilas que serão trabalhadas na forma plástica. Esta água de plasticidade, que é necessária para a formação de peças por extrusão, fica em torno de 20% do índice de plasticidade (SOUZA SANTOS, 1986). Também as composições química e mineralógica influem na plasticidade. Por exemplo, a faixa de variação da água de plasticidade para a caulinita é de 8% a 56%; para a Ilita é de 17% a 38% e para a montmorilonita é de 83% a 250% conforme (ZANDONADI, 1988).

3 METODOLOGIA

3.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, será descrito o contexto Estadual do setor Cerâmico na Região do Seridó-RN e os procedimentos de estudos experimentais desde a coleta das matérias-primas, processamentos, caracterizações químicas e mineralógicas e conformação dos corpos de prova. Destacando-se os relatos e os procedimentos de secagem, queima e caracterização tecnológicas dos materiais, incluindo-se, a análise microestrutural dos corpos de provas.

3.2 O SETOR CERÂMICO NO CONTEXTO ESTADUAL

3.2.1 Balanço por Região de Abrangência

As cerâmicas do Rio Grande do Norte estão agrupadas em 8 regiões de abrangência. Os principais dados do setor, tais como pessoal, consumo de lenha e argila, e de produção estão sintetizados na Tabela 9 a seguir.

Tabela 9 – Balanço de pessoal consumo de lenha e argila, e de produção, por região (mensal)

REGIÃO	Pessoal	Lenha (m ³)	Argila (t)	Telhas (x1000)	Tijolos (x1000)	Lajotas (x1000)	Outros (x1000)	Total (x1000)
Bacia do Seridó	2.612	34.649	63.834	37.998	1.230	99	-	39.327
Baixo Assu	1.331	31.719	44.367	9.830	7.067	1.626	-	18.523
Bacia do Potengi	682	17.977	35.277	-	12.887	786	-	13.673
Bacia do Trairi/Jacu	401	9.246	14.069	1.224	3.366	210	432	5.232
Bacia do Apodi	279	7.463	8.592	1.000	2.342	40	-	3.382
Zona Centro e Serrana	121	3.272	4.682	120	1.510	70	-	1.700
Bacia do Ceará-Mirim	56	1.371	1.524	-	762	-	-	762
Bacia do Curimataú	12	800	580	-	200	-	-	200
RN	5.494	106.497	173.925	50.172	29.364	2.831	432	82.799

Fonte: Carvalho (2001)

A Tabela 9 mostra que o Estado do Rio Grande do Norte emprega diretamente 5.494 trabalhadores no setor cerâmico. Consome mensalmente 106.497m³ de lenha e 173.925 t de argila. Produzem 82.799.000 de peças/mês, com predominância de telhas (50.172.000 peças), seguida de tijolos (29.364.000 peças), lajotas (2.831.000 peças) e outros produtos (432.000 peças). Os dados referentes ao consumo de energia elétrica deduzidos diretamente das fichas cadastrais totalizam 2.500.000 kWh.

É sabido que no estado existem diversos tipos de cerâmica, com plantas e rotinas de processos diferentes e também com índices de produção diferenciados. Entretanto, se estes dados fossem tomados hipoteticamente como de uma mesma cerâmica, então uma empresa padrão do Rio Grande do Norte mostraria a seguinte configuração: teria 35 trabalhadores e consumiria todo mês 670 m³ de lenha, 1.094 t de argila e 15.723 Kwh de energia elétrica; produziria mensalmente 521.000 peças, sendo 315.000 telhas, 185.000 tijolos, 18.000 lajotas e 3.000 peças de outros produtos.

Com estes dados é possível calcular também os índices de avaliação desta cerâmica hipotética. O índice mensal de produtividade seria de 24,5 t/homem, enquanto o índice energético seria 18,6 Kwh/t e o calorífico, 0,79 m³ de lenha/t (CARVALHO; LEITE, 2001).

A Tabela 9 mostra também que a região da bacia do Seridó tem a maior produção 39.327.000 de peças/mês, das quais, 96,6% são telhas. A região do baixo Assu vem em seguida com uma produção de 18.523.000 de peças/mês, com uma produção predominante de telhas (53%) além de tijolos e lajotas. A bacia do Potengi é a terceira em produção, com 13.673.000 peças (94% de tijolos e o resto de lajotas).

3.2.2 A Importância das Cerâmicas para os Municípios

A maioria das cerâmicas cadastradas está localizada na zona rural dos municípios, onde há uma enorme carência de empregos e de renda. Partes destas cerâmicas são, no município em que está localizada, a principal oportunidade de emprego da atividade privada.

Diante disto, é surpreendente o descaso que existe por parte das prefeituras para com o empresariado deste setor. Na verdade, pelas características peculiares destas empresas, os gestores dos municípios onde estas empresas estão instaladas deveriam dar uma atenção toda especial a estes empreendimentos, pois eles são hoje uma das principais fontes de emprego e renda no interior do Estado.

A Tabela 10 a seguir apresenta os municípios e as regiões do estado que tiveram, têm, ou poderão vir a ter algum empreendimento cerâmico.

Tabela 10 – Situação das cerâmicas por município e região de abrangência

Nº	MUNICÍPIO	REGIÃO	SITUAÇÃO DA EMPRESA				TOTAL
			Em atividade	Em implantação /reimplantação	Parada	Desativada	
01	Parelhas	Bacia do Seridó	26	-	-	-	26
02	Carnaúba dos Dantas		14	-	01	01	16
03	Jardim do Seridó		08	-	-	-	08
04	Cruzeta		06	01	-	-	07
05	Acari		04	01	-	-	05
06	Caicó		03	-	01	01	05
07	Currais Novos		04	-	-	-	04
08	Santana do Seridó		03	01	-	-	04
09	Equador		02	-	02	-	04
10	Jucurutu		03	-	-	-	03
11	Jardim de Piranhas		02	-	-	-	02
12	Cerro Corá		01	-	-	-	01
13	Ipueira		01	-	-	-	01
14	Ouro Branco		01	-	-	-	01
15	São Vicente		01	-	-	-	01
Total da região			79	03	04	02	88
16	Itajá	Baixo Assu	18	02	-	-	20
17	Assu		10	-	01	03	14
18	Pendências		04	01	-	-	05
19	Ipanguaçu		02	-	01	-	03
20	Angicos		-	-	-	02	02
21	Alto do Rodrigues		01	-	-	-	01
22	Santana do Matos		-	-	01	-	01
Total da região			35	04	02	05	46
23	São G. do Amarante	Bacia do Potengi	11	03	-	04	18
24	Ielmo Marinho		01	-	-	-	01
25	S Paulo do Potengi		02	01	-	-	03
26	Lagoa de Velhos		-	-	01	-	01
Total da região			14	04	01	04	23
27	Apodi	Chapada do Apodi	05	-	-	-	05
28	Mossoró		02	-	-	01	03
29	Upanema		02	-	-	-	02
30	G. D. S. Rosado		01	-	-	-	01
31	Felipe Guerra		-	01	-	-	01
32	Caraúbas		-	-	-	01	01
Total da região			10	01	-	02	13
33	Goianinha	Bacia do Trairi/Jacu	05	-	-	-	05
34	São José de Mipibú		02	01	01	-	04
35	Santa Cruz		03	-	-	-	03
36	Nízia Floresta		02	-	-	-	02
37	Lagoa Salgada		01	-	-	-	01
38	Sítio Novo		-	-	-	01	01
39	Arês		-	-	-	01	01
40	Monte Alegre		-	-	-	01	01
Total da região			13	01	01	03	18
41	Tenente Ananias	Zona Centro e Serrana	02	-	-	-	02
42	Umarizal		01	-	01	-	02
43	Encanto		01	-	-	-	01
44	Marcelino Vieira		01	-	-	-	01
45	Olho D'água Borges		01	-	-	-	01
46	Pau dos Ferros		-	-	01	-	01
47	Campo Grande		-	-	-	01	01
Total da região			06	0	02	01	09
48	Canguaretama	Bacia do Curimataú	01	-	01	-	02
49	Montanhas		-	-	01	-	01
50	Nova Cruz		-	-	01	-	01
51	Pedro Velho		-	-	-	01	01

Total da região			01	0	03	01	05
52	Ceará-Mirim	Bacia do Ceará-Mirim	01	-	-	01	02
53	Bento Fernandes		-	-	-	02	02
Total da região			01	0	0	03	04
Total geral			159	12	14	21	206

Fonte: Carvalho (2001)

A Tabela 10 mostra que as cerâmicas cadastradas estão distribuídas em 53 municípios e 08 regiões. Um total de 39 municípios tem cerâmicas em atividade, enquanto 14 deles possuem cerâmicas em implantação/reimplantação, paradas ou desativadas.

O município de Parelhas é o que apresenta o maior número de cerâmicas, com 26 empreendimentos, todos em atividade. Vem em seguida o município de Itajá, com 20 cerâmicas, 18 das quais em atividade e 02 em implantação/reimplantação. São Gonçalo do Amarante aparece em terceiro lugar, com 18 empreendimentos, 11 dos quais em funcionamento, 3 em implantação/reimplantação e 4 desativados. Em quanto lugar se destaca Carnaúba dos Dantas com 16 cerâmicas, 14 delas em atividade, 01 parada e 01 desativada. Em quinto lugar estão o município de Assu com 14 empresas, 10 delas em atividade, 01 parada e 03 desativadas.

Um balanço das atividades da Indústria Cerâmica nos principais municípios produtores é apresentado nas páginas seguintes.

3.2.3 Parelhas

O município de Parelhas está localizado na Microrregião do Seridó Oriental. Tem área de 523 Km² e uma população de 19.318 habitantes. É o município com mais cerâmicas da bacia do Seridó e do Rio Grande do Norte. São 26 no total, todas em atividade. Um balanço da atividade cerâmica no município comparado com o do estado é apresentado na Tabela 11 a seguir.

Tabela 11 – Balanço da indústria cerâmica em Parelhas e no RN

	Pessoal	Lenha (m ³)	Argila (t)	Telhas (x1000)	Lajotas (x1000)	Total (x1000)	ÍNDICES DE AVALIAÇÃO MÉDIOS		
							Produtividade (t/homem)	Energético (Kwh/t)	Calorífico (m ³ /t)
Parelhas	855	9.969	19.781	12.866	50	12.916	17,1	16,0	0,70
RN	5.494	106.497	173.925	50.186	2.399	82.799	24,5	18,6	0,79

*A pesquisa foi realizada em fevereiro/01 e os dados são referentes ao mês de janeiro/2001.

Fonte: Carvalho (2001)

Os dados apresentados na Tabela 11 indicam que existem 855 funcionários trabalhando diretamente no setor, onde são consumidos mensalmente 19.781 toneladas de argila e 9.969 metros cúbicos de lenha para produzir 12.916.000 peças, sendo 12.916.000 telhas e 50.000 lajotas.

Comparando-se os dados do setor cerâmico de Parelhas, com os do RN, verifica-se que o município emprega 15,6% dos trabalhadores, consome 9,4% da lenha e 11,4% da argila, produz 25,6% das telhas e 15,6% do total de peças.

Os índices de avaliação indicam que a produtividade média mensal no município é de 17,1 toneladas de produtos por funcionário, enquanto o índice energético foi de 16,0 Kwh por tonelada de produto queimado. A produtividade média está abaixo da do estado e isto é esperado porque este indicador é sempre mais baixo nas cerâmicas produtoras de telha, como é o caso destes empreendimentos. Já o índice energético é inferior porque a maior parte das cerâmicas do município sente a ausência de alguns equipamentos básicos em sua planta de produção. Enquanto o índice calorífico é inferior porque os fornos caipira usados são mais econômicos, em contrapartida apresentam baixo rendimento prejudicando a qualidade da queima.

A produção de telhas é quase toda (98%) destinada a outros estados do Nordeste. Os produtos são transportados geralmente por terceiros para serem vendidos em depósitos de material de construção.

Os dados apresentados mostram que o município de Parelhas pode ser considerado a capital da cerâmica do Rio Grande do Norte.

3.2.4 Itajá

O município de Itajá, situado na Microrregião do Vale do Assu, abrange uma área de 204 Km² com uma população de 6.246 habitantes. Com 16 cerâmicas instaladas, é o município com mais empresas da região do baixo Assu. O balanço das atividades do setor, comparado ao do Estado do RN, é apresentado na Tabela 12 a seguir.

Tabela 12 – Balanço da indústria cerâmica em Itajá e no RN

	Pessoal	Lenha (m ³)	Argila (t)	Tijolos (x1000)	Telhas (x1000)	Lajotas (x1000)	Total (x1000)	Índices de Avaliação Médios		
								Produtividade (t/homem)	Energético (Kwh/t)	Calorífico (m ³ /t)
Itajá	681	18.075	21.619	2.138	5.750	1.311	9.199	26,8	20,5	1,23
RN	5.494	106.497	173.925	29.796	50.186	2.399	82.799	24,5	18,6	0,79

*A pesquisa foi realizada em Janeiro/01 e os dados são referentes ao mês de dezembro/2000.

Fonte: Carvalho (2001)

Existem 681 trabalhadores diretos atuando no setor, que processam 21.619 toneladas de argila, queimando 18.075 metros cúbicos de lenha para produzir 9.199.000 peças por mês, entre telhas, tijolos e lajotas. As telhas, com 5.750.000 peças, são o principal produto do município.

Comparando-se os resultados com aqueles do estado verifica-se que o município de Itajá emprega 12,4% dos trabalhadores, consome 17,0% da lenha e 20,3% da argila, e produz 11,1% do total de peças, do setor cerâmico no RN.

Os índices médios de avaliação indicam que a produtividade é da ordem de 26,8 toneladas de produto por trabalhador, enquanto o energético é de 20,5 Kwh por tonelada de produto e o índice calorífico é de 1,23 metros cúbicos por tonelada de produto queimado. Estes índices revelam que a produtividade é um pouco maior que a média do estado devido à produção mista de telhas e tijolos. O índice energético é superior à média do estado porque as cerâmicas deste município dispõem de planta de produção com maior quantidade de equipamentos. Já o índice calorífico é muito elevado mais elevado que o do estado porque a matéria-prima usada demanda mais lenha em seu processo de queima. Isto é compensado pela melhor qualidade final dos produtos.

A produção é distribuída para todo o Rio Grande do Norte, com uma parte de 20 a 30% destinada a outros Estados do Nordeste. A principal atividade econômica do município é a manufatura de produtos cerâmicos.

3.2.5 São Gonçalo do Amarante

O município de São Gonçalo do Amarante localiza-se na Microrregião de Macaíba e faz parte da Grande Natal. Abrange uma área de 261 Km², com população de 69.342 habitantes. É o mais importante da região da bacia do Potengi, com 11 cerâmicas em atividade, algumas delas são empresas de grande porte para os padrões do setor. O balanço da atividade cerâmica deste município comparado ao do RN está apresentado na Tabela 13 a seguir.

Tabela 13 – Balanço da indústria cerâmica em São Gonçalo do Amarante e no RN

	Pessoal	Lenha (m ³)	Argila (t)	Tijolos (x1000)	Lajotas (x1000)	Total (x1000)	Índices de Avaliação Médios		
							Produtividade (t/homem)	Energético (Kwh/t)	Calorífico (m ³ /t)
S G A	572	14.817	27.541	9.987	486	10.473	39,3	26,0	0,77
RN	5.494	106.497	173.925	29.796	2.399	82.799	24,5	18,6	0,79

*A pesquisa foi realizada em Janeiro/01 e os dados são referentes ao mês de dezembro/2000.

Fonte: Carvalho (2001)

São Gonçalo do Amarante emprega diretamente 572 trabalhadores no setor. Consome 27.541 toneladas de argila e 14.817 metros cúbicos de lenha para produzir 10.473.000 peças por mês entre tijolos e lajotas, sendo a produção de tijolos a atividade mais importante, com 9.987.000 peças/mês.

O município de São Gonçalo do Amarante emprega 10,4% dos trabalhadores, consome 13,9% da lenha e 15,8% da argila, e produz 12,6% do total de peças do setor cerâmico no RN.

Os índices médios de avaliação do setor indicam uma produtividade média mensal de 39,3 toneladas de produto por trabalhador, e energético de 26,0 Kwh por tonelada de produto, enquanto o calorífico é de 0,77 metros cúbicos por tonelada de massa queimada. Estes índices mostram que a produtividade é muito maior que a média do estado. Isto ocorre porque as cerâmicas instaladas produzem apenas tijolos e lajotas e neste caso o índice de produção esperado é mais alto. O índice energético é elevado porque a maioria das cerâmicas possui planta de produção completa e a assim a demanda de energia é maior. Enquanto o índice calorífico está próximo da média do Estado.

O município está situado próximo a Natal e assim se constitui no grande fornecedor de tijolos e lajotas para a capital e municípios vizinhos. A produção fica toda dentro do Estado do Rio Grande do Norte.

3.2.6 Carnaúba dos Dantas

O município de Carnaúba dos Dantas está situado na Microrregião do Seridó Oriental. Tem 14 cerâmicas em atividade, sendo o maior produtor da Região da bacia do Seridó, depois de Parelhas. Um balanço da atividade cerâmica do município, comparado ao do RN, é apresentado na Tabela 14 a seguir.

Tabela 14 – Balanço da indústria cerâmica em Carnaúba dos Dantas e no RN

	Pessoal	Lenha (m ³)	Argila (T)	Telhas (x1000)	Total (x1000)	ÍNDICES DE AVALIAÇÃO MÉDIOS		
						Produtividade (t/homem)	Energético (Kwh/t)	Calorífico (m ³ /t)
C. Dantas	439	6.787	12.754	8.105	8.105	20,5	19,7	0,76
RN	5.494	106.497	173.925	50.186	82.799	24,5	18,6	0,79

*A pesquisa foi realizada em Março/01 e os dados são referentes ao mês fevereiro/2001.

Fonte: Carvalho (2001)

O setor emprega 439 trabalhadores diretos. As cerâmicas locais consomem mensalmente 12.754 toneladas de argila e 6.754 metros cúbicos de lenha para produzir 8.105.000 telhas. Este é o único produto cerâmico do município.

Comparando-se os dados de Carnaúba dos Dantas com os do RN, constata-se que o município emprega 8,0% dos trabalhadores, consome 6,4% da lenha e 7,3% da argila, e produz 16,1% das telhas e 9,8% do total de peças, do setor cerâmico do Estado.

Os índices médios de avaliação mensal do setor no município são os seguintes: o de produtividade é de 20,5 toneladas de produto por trabalhador; o energético é de 19,7 Kwh por tonelada de produto; e o índice calorífico é de 0,76 metros cúbicos de lenha por tonelada de produto queimado. O primeiro índice está abaixo da média no estado, enquanto os demais estão próximos da média.

A produção é toda destinada a outros estados do Nordeste. O transporte é feito por terceiros ou pelo próprio proprietário, que vai abastecer depósitos de material de construção.

3.2.7 Assu

O município de Assu está situado na Microrregião do Vale do Assu, abrangendo uma área de 1.292 Km² com uma população de 47.857 habitantes. E conhecido em o todo Nordeste como produtor de telhas de grande qualidade. Tem 10 cerâmicas em atividade. Um balanço da atividade cerâmica deste município, comparado com o balanço do setor no RN, é mostrado na Tabela 15 a seguir.

Tabela 15 – Balanço da indústria cerâmica de Assu e no RN

	Pessoal	Lenha (m ³)	Argila (T)	Tijolos (x1000)	Telhas (x1000)	Lajotas (x1000)	Total (x1000)	Índices de Avaliação Médios		
								Produtividade (t/homem)	Energético (Kwh/t)	Calorífico (m ³ /t)
Assu	363	7.714	13.675	2.319	3.365	216	5.900	30,5	16,9	0,98
RN	5.494	106.497	173.925	29.796	50.186	2.399	82.799	24,5	18,6	0,79

*A pesquisa foi realizada em Fevereiro/01 e os dados são referentes a janeiro/2001.

Fonte: Carvalho (2001)

Existem 363 trabalhadores envolvidos diretamente no setor. São consumidas 13.675 toneladas de argila e 7.714 metros cúbicos de lenha para produzir 5.900.000 peças, entre telhas tijolos e lajotas. A telha constitui seu principal produto, com 3.365.000 peças/mês.

Os dados de Assu, quando comparados aos do RN, mostram que o município emprega 6,6% dos trabalhadores do setor cerâmico do Estado, consome 7,2% da lenha e 7,9% da argila e é responsável pela produção de 7,1% das peças.

Os índices médios de avaliação do setor são: produtividade de 30,5 toneladas de produto por trabalhador; energético de 16,9 Kwh por tonelada de produto; e calorífico de 0,98 metros cúbicos de lenha por tonelada de produto queimado. O índice de produtividade está um pouco acima da média do estado e isto é devido à produção mista de telhas, tijolos e lajotas típica destas cerâmicas. Os demais índices estão próximos da média estadual.

A produção é destinada quase toda ao consumo no próprio estado e uma parcela próxima de 20%, é exportada para outras localidades do Nordeste.

3.3 ESCOLARIDADE DOS TRABALHADORES

Durante a realização dos trabalhos de pesquisa foi também observado a importância da formação profissional dos colaboradores, para que pudéssemos ter uma melhor avaliação quanto a empregabilidade de novos recursos tecnológicos e conceitos de qualidade.

A presença de profissionais técnicos qualificados ficou muito aquém das expectativas, apesar do IFRN – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte vem formando técnicos de Geologia e Mineração com habilitação em Cerâmica desde 1999.

Na indústria cerâmica há apenas 3 técnicos atuando no Estado, num universo de 159 cerâmicas. Estes profissionais trabalham na Cerâmica Potengi, em São Gonçalo do Amarante, na Cerâmica Santa Rosa, em Ceará-Mirim, e na Cerâmica T. Melo, em Apodi.

Embora a indústria cerâmica do estado careça de profissionais especializados em geologia e mineração com habilitação específica, disponíveis no mercado, eles não têm sido absorvidos pelas empresas e terminam por ficar ociosos, quando então optam por outras profissões ou migram para outros estados.

Os resultados obtidos com esta pesquisa estão apresentados na Tabela 23 e na Figura 38 a seguir. Foram considerados analfabetos aqueles trabalhadores que “assinam” deixando a impressão digital.

Foram considerados com nível de escolaridade de 1º Grau os trabalhadores que sabem ler e escrever, independentemente de terem ou não completado todas as séries.

Os trabalhadores com 2º Grau incompleto são os que cursaram 1, 2 ou 3, das 3 séries deste nível, sem chegar a concluí-lo. Além destes, foram considerados os que cursaram 2º Grau completo e os que concluíram o nível superior.

A análise da Tabela 16 e da Figura 34 mostra que a maioria dos trabalhadores está na faixa de 1º Grau, com 75,36%, vindo em seguida os analfabetos, com 12,92%; 2º Grau incompleto, com 6,66%; 2º Grau completo, com 5,04%, e Nível Superior, com apenas 0,02%, representada por 1 trabalhador.

Tabela 16 – Escolaridade dos trabalhadores

NÍVEL DE ESCOLARIDADE	TRABALHADORES
Analfabetos	710
1º Grau	4.140
2º Grau Incompleto	366
2º Grau	277
Nível Superior	1
TOTAL	5.494

Fonte: Carvalho (2001)

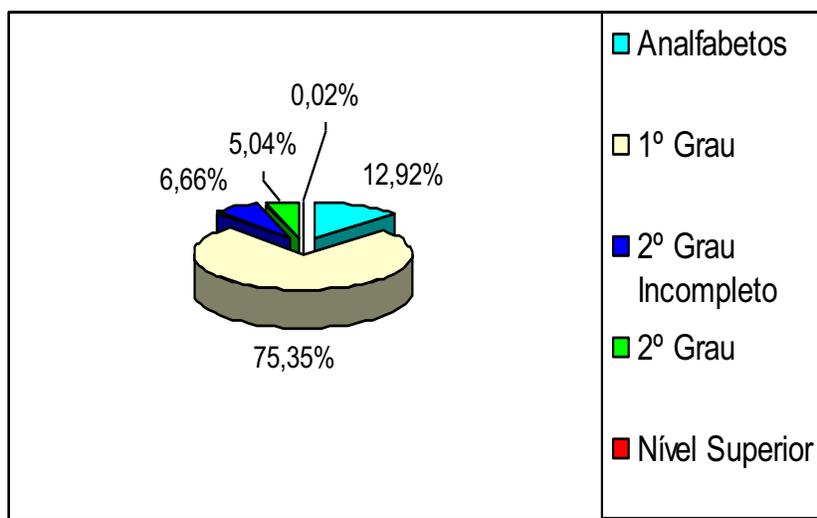


Figura 34 – Gráfico do Nível de Escolaridade dos Trabalhadores

Fonte: Carvalho (2001)

3.4 PROCEDIMENTO

Todo o procedimento experimental deste trabalho foi desenvolvido a partir da coleta de dados e informações conforme os métodos de processamento cerâmico sugeridos na literatura corrente, bem como nas pesquisas em campo seguindo-se as etapas de fabricação, as quais estão descritas detalhadamente a seguir.

3.5 COLETA DAS MATÉRIAS-PRIMAS

As argilas estudadas são de ocorrência em diversas jazidas localizadas no Estado do Rio Grande do Norte, situadas nos municípios de Cruzeta, Tangará, Acari, Carnaúba dos Dantas, Parelhas, Jardim de Piranhas. As argilas dos municípios são oriundas das mais variadas regiões do município.

Para facilitar a apresentação dos resultados as argilas foram codificadas e classificadas por cerâmica de cada Região do Seridó-RN, e a classificação foi distribuída da seguinte maneira:

C1 – Argila da Cerâmica J. A. Dantas, oriunda do Sítio Rajada, Carnaúba dos Dantas-RN;

C2 – Argila da Cerâmica Nossa Sr^a dos Impossíveis, oriunda da Fazenda Rajada, Carnaúba dos Dantas-RN;

C3 – Argila da Cerâmica Santa Luzia, oriunda do Sítio Rajada, Carnaúba dos Dantas-RN;

C4 – Argila da Cerâmica Genilson Medeiros, oriunda da Fazenda Ramada, Carnaúba dos Dantas-RN;

C5 – Argila da Cerâmica Araújo, oriunda do Sítio Carnaúba de Baixo, Carnaúba dos Dantas-RN;

C6 – Argila da Cerâmica Nossa Dra. Da Guia, oriunda do Sítio Carnaúba de Baixo, Carnaúba dos Dantas-RN;

C7 – Argila da Cerâmica J.R, oriunda do Sítio Carnaúba de Baixo, Carnaúba dos Dantas-RN;

C8 – Argila da Cerâmica São Francisco, oriunda do Sítio Carnaúba de Cima, Carnaúba dos Dantas-RN;

C9 – Argila da Cerâmica Ezequiel, oriunda do Sítio Galo, Carnaúba dos Dantas-RN;

C10 – Argila da Cerâmica Boa Sorte, oriunda do Sítio Boa Vista, Parelhas-RN;

C11 – Argila da Cerâmica Bom Jesus, oriunda do Sítio Ermo, Carnaúba dos Dantas-RN;

C12 – Argila da Cerâmica Dois Irmãos, oriunda do Sítio Almas, Parelhas-RN;

C13 – Argila da Cerâmica São Francisco, oriunda do Sítio Caldeirão, Parelhas-RN;

C14 – Argila da Cerâmica Dantas, oriunda Fazenda Mulungú, Tangará-RN;

C15 – Argila da Cerâmica Rio Piranhas, oriunda do Sítio Sobrado, Jardim de Piranhas-RN;

C16 – Argila da Cerâmica Novo Mundo, oriunda da Rodovia RN 288-Km 02, Cruzeta-RN;

C17 – Argila da Cerâmica RN, oriunda do Centro, Cruzeta-RN;

C18 – Argila da Cerâmica União I, oriunda da Rodovia RN 288-Km 03, Cruzeta-RN;

C19 – Argila da Cerâmica União II, oriunda da Rodovia RN 288-Km 04, Cruzeta/RN;

C20 – Argila da Cerâmica Cruzeta II, oriunda da Rodovia RN 288-Km 04, Cruzeta/RN;

C21 – Argila da Cerâmica Acari, oriunda do Sítio Acari, Acari-RN;

3.5.1 Moagem e peneiramento

As argilas secas, na forma de torrões, foram submetidas a um moinho de mandíbulas objetivando-se diminuir o tamanho dos torrões. Os torrões em granulometria menor foram submetidos à moagem num moinho de bolas de porcelana durante 8 horas para redução da granulometria.

As argilas, na forma de pó, foram peneiradas através de um Jogo de peneiras: 200 mesh (abertura de 0,074 mm) e 35 mesh (0,500mm).

3.6 CARACTERIZAÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS

3.6.1 Materiais

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Materiais Cerâmicos (LMC) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), visando à fabricação de produtos de melhor qualidade e com características dentro das normas técnicas.

– Limite de Liquidez: na determinação do limite de liquidez foi utilizado o Método de Casagrande padrão, onde o limite de liquidez por este método, primeiramente foi calibrado o aparelho de Casagrande; usou-se o calibrador do aparelho, de 1cm de espessura, para verificar a altura do ponto mais elevado à base da concha.

– Análise Química: os ensaios para determinar os componentes químicos através da análise química, foram realizados no laboratório do CTGÁS/SENAI-RN, sendo utilizado o equipamento de Fluorescência de raios X. Após as matérias primas serem peneiradas em peneiras com 200 mesh (abertura de 0,074 mm) e 35 mesh (0,500mm), e prensadas na forma de pastilhas foram analisadas, onde os resultados foram obtidos na forma de percentuais de óxidos presentes dos elementos químicos.

A Análise Química foi fundamental para determinar a composição química expressa na forma de óxidos, dos principais constituintes das matérias-primas estudadas, onde foram analisados os seguintes componentes: SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, Cão, K₂O, MgO, BaO, MnO, TiO₂, Outros.

– Análise Mineralógica: os ensaios para determinar a análise mineralógica das matérias primas após sofrerem o peneiramento onde às argilas foram submetidas à análise química por difração de raios-X através do método do pó. Mediante o emprego de difratômetro de raios-X, marca Philips, modelo MPD 1880, operou-se com radiação de Cobre K α , com tensão de 40 kV, intensidade de corrente de 20mA, com velocidade de varredura 2 °/min e com 2 θ variando de 0 a 60°. A identificação das fases cristalinas foi obtida por comparação do difratograma da amostra com o banco de dados do ICDD-International Centre for Diffraction Data (Sets 1-45).

As análises de difração de raios-X foram realizadas Laboratório de Caracterização Tecnológica- do CTGÁS-RN.

– Análise Térmica Diferencial: os ensaios que determinaram a análise térmica diferencial foram determinados a partir das argilas que apresentaram granulometria abaixo do fator considerado de 200 mesh, onde foram submetidas a análises térmicas DTA e TG, sendo nestes ensaios determinados as curvas da análise térmica diferencial das matérias-primas estudadas, onde os resultados obtidos mostram os intervalos de temperaturas onde ocorrem as principais reações nas matérias-primas. As matérias-primas que apresentaram uma maior variedade de minerais argilosos apresentou uma curva termodiferencial mais acidentada.

Os ensaios que permitiram a determinação da curva termogravimétrica (TG) e a curva termodiferencial (DTA) foram realizados a partir da utilização de analisadores Thermogravimetric Analyzer, TGA – 51 e Differential thermal, DTA – 50 da marc Shimadzu.

As análises de difração para determinação das curvas da análise térmica diferencial foram realizadas no Laboratório de Caracterização Tecnológica do CTGÁS-RN.

– Índice de Plasticidade: nos ensaios que determinaram o índice de plasticidade observou-se que a matéria-prima que possui uma maior granulometria, sua curva de Plasticidade foi menor, possuindo maior teor de siltre, portanto, comparando com a matéria-prima que possui menor granulometria sua curva de Plasticidade aumenta. Para determinar o índice de plasticidade foi utilizada a equação, $IP = LL-LP$.

As análises que determinaram as curvas do índice de plasticidade foram realizadas no Laboratório de Caracterização Tecnológica do CTGÁS-RN.

3.6.2 Preparação das amostras

O solo foi peneirado em uma peneira de abertura 425 μ m. Retirou-se do solo peneirado uma amostra de 350g; em seguida, adicionou-se água destilada, em quantidade suficiente para formar uma pasta uniforme, relativamente consistente, deixando-a em repouso (maturação) por 24 h, em recipiente fechado; após o tempo de maturação, a amostra foi transferida para uma placa de vidro e submetida a um processo de mistura, fazendo-se contínuos movimentos com uma espátula, com o objetivo de homogeneizá-la. A mistura durou 15 min, evitando-se triturar as partículas sólidas do solo e as amostras utilizadas em todos os ensaios foram preparadas pelo mesmo procedimento.

a) Determinação da umidade da argila

Após a realização de cada ensaio retiraram-se amostras, como descrito em cada método e, para a determinação do teor de umidade, utilizou-se o método em estufa, a 105°C, por 24 h.

A diferença significativa entre os solos foi devida, à diferença textural, sendo que o solo com textura muito argilosa apresentou maior limite de liquidez em todos os métodos, como se pode observar nos resultados apresentados na conclusão.

Entre os métodos aplicados, a diferença significativa ocorreu, provavelmente, pela diferença nos procedimentos de obtenção do limite de liquidez, por ser indireta a determinação para os métodos por um ponto; por outro lado, também houve diferença significativa na interação, mostrando que os fatores solos e métodos não atuam

independentemente, existindo o efeito do solo em cada método e vice-versa, o que levou à necessidade de se estudar os fatores, de maneira isolada.

A análise de variância mostra que ocorreu diferença significativa entre os solos, em todos os métodos, e que o solo com textura muito argilosa apresentou maior valor de limite de liquidez.

Verificou-se diferença significativa dos métodos dentro do solo com textura muito argilosa, o mesmo não acontecendo para o outro solo, conforme observado na análise de variância, portanto, o limite de liquidez do solo muito argiloso foi influenciado pelos métodos, tendo cada método influência distinta na sua determinação.

Portanto, podemos afirmar que o solo muito argiloso apresentou maior limite de liquidez que o solo franco-argilo-arenoso em todos os métodos;

Quanto maior for a porcentagem da fração argila no solo, maior influência terá sobre o método de determinação do limite de liquidez, e que os métodos de determinação do limite de liquidez por um ponto podem ser utilizados em solos que não apresentem elevada porcentagem da fração argila.

3.6.3 Análise da distribuição granulométrica por sedimentação

A separação granulométrica das argilas deu-se através dos ensaios de sedimentação de Stokes. Neste ensaio, as argilas foram separadas em porções silte, areia e argila respectivamente. Colocou-se 20g de cada argila natural em um Becker com 800ml de água e adicionou-se silicato de sódio como dispersante, para em seguida promover-se à agitação.

A coleta das alíquotas foi efetuada após a decantação das partículas. As porções de silte, areia e argilas foram secas a 110°C em estufa, por 24 horas. Laboratório de Caracterização Tecnológica- do CTGÁS-RN.

3.6.4 Análise de distribuição de tamanho de partículas por difração a laser

As argilas na forma de pó, em granulometria de 200 mesh, foram submetidas ao ensaio de distribuição de tamanho de partículas, sendo colocadas num difratômetro a laser – CILAS 920- com range de análise compreendido entre 0,30µm a 400µm. Laboratório de Caracterização Tecnológica do CTGÁS-RN.

Na realização dos ensaios aqui apresentados, utilizaram-se os seguintes equipamentos e materiais: Estufa elétrica: TE-397/3 – TECNAL; Balança: TECNAL Mark/2200-0,01g; Jogo de peneiras: 200 mesh (abertura de 0,074 mm) e 35 mesh (0,500mm); Espectrômetro de fluorescência de raios X: SHIMADZU, EDX-700; Aparelho de Casagrande; Difratorômetro de raios X: SHIMADZU, XRD-6000; Granulômetro a Laser: CILAS, 920L; Analisador termo-diferencial: BP Engenharia, RB-3000; Paquímetro: STARRETT-0,01 mm; Prensa hidráulica: SCHULZ modelo PHS 15t; Matriz metálica: dimensões de 60 x 20 mm; e Forno elétrico: JUNG, 2314.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO SETOR DE CERÂMICA VERMELHA NO RIO GRANDE DO NORTE

4.1.1 O Cadastro da Cerâmica Vermelha do Rio Grande do Norte

Para o levantamento de informações sobre as empresas de cerâmica vermelha e definição do perfil e tipologia das indústrias deste segmento na região de análise, foram utilizadas pesquisas efetuadas recentemente nesta localidade. O “Diagnóstico da indústria de cerâmica vermelha do Rio Grande do Norte” foi realizado efetuando pesquisas em todas as regiões produtoras de cerâmica vermelha, onde foram cadastradas 159 indústrias de cerâmicas vermelhas existentes no Rio Grande do Norte.

A condição básica para o cadastro é que ela esteja organizada como empresa e utilize maromba em seu processo de fabricação. Estas empresas produzem tijolos de 8 ou de 6 furos, de vários tamanhos, lajotas de vários tamanhos, telhas de vários tipos e outros produtos como casquilhos, pisos etc. Não estão incluídos os produtores de tijolos maciços, artesanais, pois são quase todos informais e estão localizados em praticamente todos os municípios.

As cerâmicas cadastradas foram classificadas em 4 categorias, de acordo com a sua situação produtiva no momento do cadastro: cerâmicas em atividade, cerâmicas em implantação/reimplantação, cerâmicas paradas e cerâmicas desativadas.

As cerâmicas em atividade são aquelas que estão produzindo qualquer tipo de peça no momento da visita da equipe. O mês de referência das informações foi preferencialmente o mês anterior ao cadastro. A fase de cadastramento transcorreu de dezembro/2000 a março/2001.

As cerâmicas em implantação/reimplantação são aquelas que estão se preparando para produzir. Elas podem ser de dois tipos: em implantação – estão em construção, preparando sua infraestrutura para iniciar a produção; em reimplantação – são empresas que estavam paradas e estão sendo reformadas e reorganizadas para voltar a produzir.

As cerâmicas paradas são aquelas que estão paralisadas por algum motivo e não está havendo qualquer ação por parte do seu proprietário para fazê-la voltar a produzir.

As cerâmicas desativadas são aquelas que suspenderam suas atividades há muito tempo e que já tiveram sua estrutura total ou parcial desmobilizada, impossibilitando

ações para retomar a produção. Estão entrando neste cadastro porque provam que naquele local existiu e ainda existem as condições básicas para produção de tijolos e/ou telhas, o que pode determinar a localização de empreendimentos futuros.

Por tratar-se de um setor muito dinâmico, é comum uma cerâmica mudar de uma categoria para outra, dependendo das oscilações do mercado. Portanto, este cadastro reflete a situação de momento em abril/2001. Para mantê-lo atualizado, é conveniente que seja feita uma atualização a cada ano. Neste caso, as correções seriam feitas na base de dados que ficará disponível no SENAI/RN e no SINDICERÂMICA.

4.1.2 Cerâmicas em Atividade

4.1.2.1 Cadastro

Foram cadastradas 159 cerâmicas em plena atividade. Estas cerâmicas produzem telhas, tijolos, lajotas, casquilhos ou pisos e estão localizadas em 39 municípios do Estado, conforme as Tabelas 17, 17A, 17B e 17C a seguir. Os dados referentes às cerâmicas foram tabulados e os resultados serão apresentados nos capítulos seguintes. As fichas de cadastro estão arquivadas no SENAI/RN e no SINDICERÂMICA.

Tabela 17 – Cerâmicas em atividade

FICHA Nº	EMPRESA	MUNICÍPIO	PRODUTOS FABRICADOS	EMPREGOS DIRETOS
01	Cerâmica Engenho Bom Jardim Ltda.	Goianinha	Tijolos, telhas	41
02	Cerâmica Bom Jardim Ltda.		Telhas	20
03	CAÍSA – Industrial Santana Ltda.		Tijolos	32
04	Cerâmica João Barbalho Ltda.		Tijolos/Lajotas	48
05	Cerâmica Santa Elvira Ltda.		Tijolos	36
10	Cerâmica Leonardo e Filhos ME	Canguaretama	Tijolos	12
11	Cerâmica Santa Rosa Ltda.	Ceará-Mirim	Tijolos/lajotas	56
13	Cerâmica Padre Cícero Ltda.	Lagoa Salgada	Tijolos/lajotas	20
14	Cerâmica Padre João Maria Ltda.	Nízia Floresta	Tijolos/lajotas	30
15	Cerâmica São Joaquim Ltda.		Tijolos	25
16	Cerâmica Dantas Ltda.	Santa Cruz	Telhas	27
17	Cerâmica Trairi Ltda.		Telhas	24
18	Cerâmica Santa Rita Ltda.		Telhas	26
19	Cerâmica Asa Branca Ltda.	São José de Mipibu	Tijolos	35
20	Cerâmica Mipibu Artefatos Cerâmicos Ltda.		Tijolos	37
23	COBRAL – Cerâmica Ouro Branco Ltda.	Ielmo Marinho	Tijolos/lajotas	70
26	Cerâmica Ramos Industrial Ltda.	Pendências	Tijolos/lajotas	50
27	Cerâmica Cruz Ltda.		Tijolos/telhas	24
28	Francisco Eufrásio Gomes ME		Tijolos	58
30	Cerâmica Bambural Ltda.		Tijolos/lajotas	50
31	Cerâmica Penalto Ltda. ME	Alto do Rodrigues	Tijolos	25
32	Cerâmica Ubarana Ltda.	Ipanguaçu	Tijolos/lajotas	43

33	I. J. Almeida de Medeiros – ME		Tijolos/lajotas	25	
36	Cerâmica R. Freire Ind. e Comercio Ltda.	São Gonçalo do Amarante	Tijolos/lajotas	64	
39	Cerâmica Samburá Ltda.		Tijolos/lajotas	110	
40	Cerâmica Santa Marta Ltda.		Tijolos	50	
41	Cerâmica Melot Ltda.		Tijolos	33	
43	Melo e Cia Ltda.		Tijolos	58	
44	Estrutural Indústria Cerâmica Ltda.		Tijolos	60	
45	Cerâmica Jacarau Ltda.		Tijolos/lajotas	74	
46	Cerâmica Lagoinha Ltda.		Tijolos	23	
49	Cerâmica Mãe Quininha Ltda.		Tijolos	36	
50	Cerâmica e Pré-moldados Guanduba Ltda.		Tijolos	23	
52	Cerâmica Santa Edwirges Ltda.		Tijolos	41	
54	C. M. da Rocha Dias - ME		São Paulo do Potengi	Tijolos	20
55	Rubens Ferreira das Chagas - ME			Tijolos	20
Subtotal	36 empresas	13 Municípios		1.401	

Fonte: Carvalho (2001)

Tabela 17A – Cerâmicas em atividade (continuação)

FICHA Nº	EMPRESA	MUNICÍPIO	PRODUTOS FABRICADOS	EMPREGOS DIRETOS
56	Cerâmica do Gato Ltda.	Itajá	Tijolos	38
57	Cerâmica do Gato Ltda.		Tij./lajotas/telhas	50
58	Francisco das Chagas de Assis ME		Tijolos/telhas	40
59	Francisca B. de Almeida ME		Tijolos/lajotas	19
60	AGRAL - Açú, Indústria e Agrícola Ltda.		Tijolos/lajotas	35
61	Cerâmica da Ponte Ltda.		Tijolos/lajotas	28
62	G.D. Batista Varejista – ME		Telhas	30
63	Antônio Damião de Melo – ME		Telhas	56
64	Cerâmica Vieira Diniz Ltda.		Telhas	36
65	Eurimar Nóbrega Leite – ME		Telhas	47
66	Assoc. Comunitária e Beneficente de Itajá		Tijolos	17
67	Cerâmica Lopes Ltda. EPP		Telhas	60
68	Cerâmica Novo Horizonte Ltda.		Tijolos/telhas	48
69	Abcerâmica Ltda.		Lajotas	20
70	Cerâmica Nacional Ltda.		Tijolos	25
71	Cerâmica Itajá Ltda.		Lajotas/telhas	49
72	Cerâmica Maracajá Ltda.		Telhas	45
73	Cerâmica Triunfante Ltda.	Tij./lajotas/telhas	50	
74	D.A. de Medeiros Fabricação – ME	Assu	Lajotas/telhas	40
75	João Walace da Silva EPP		Tijolos	45
76	F. F de Brito – ME		Telhas	35
77	Raimundo Nonato de Almeida – ME		Tijolos	30
78	Heliomar Cortês Alves – ME		Tijolos	25
79	Cerâmica Semar Ltda.		Telhas	50
80	Cleide Maria da Silva Araújo – ME		Tij./lajotas/telhas	24
81	Osenildo Silva de Araújo - ME		Telhas	42
82	Cerâmica Monte Castelo Ltda. ME		Telhas	44
83	ATIABACO - Associação dos Trabalhadores Independentes em Artefatos de Barro Cozido		Tijolos/telhas	28
84	COOCEUPA - Cooperativa dos Trabalhadores da Cerâmica de Upanema	Upanema	Tijolos	20
85	Cerâmica Sevânia Ltda.		Tijolos	17
86	Cerâmica Nordeste Ltda.	Mossoró	Tijolos	29
87	J. A . Material de construção Ltda.		Tijolos	35
88	Cerâmica Luciano Ltda.	Currais Novos	Tij./lajotas/telhas	50
89	ADESCOPOVO – Associação de Desenv. Comum do Povoado da Cruz		Telhas	25

90	Cerâmica Currais Novos Ltda.		Telhas	83
91	Fábrica de Mosaicos Seridó Indústria e Comércio Ltda.		Tij./lajotas/telhas	48
92	Cerâmica Cruzeta Ltda.	Cruzeta	Telhas	75
93	Iramar D. Silva Cerâmica - ME		Telhas	70
94	Cristalino Pinto ME		Telhas	42
95	Cerâmica União Ltda.		Telhas	63
96	Cerâmica Alto do Remédio - Informal		Telhas	21
97	Cerâmica Novo Mundo Ltda. ME		Telhas	30
98	Cerâmica Pedrecal Ltda.		Telhas	35
99	Cerâmica Dantas Ltda.		Acari	Telhas
100	Cerâmica Acauã Ltda.	Tij./lajotas/telhas		41
101	Cerâmica Acari Ltda.	Telhas		31
Subtotal	46 empresas	07 municípios		1.801

Fonte: Carvalho (2001)

Tabela 17B – Cerâmicas em atividade (continuação)

FICHA Nº	EMPRESA	MUNICÍPIO	PRODUTOS FABRICADOS	EMPREGOS DIRETOS
102	Cerâmica Teimosa Ltda.	Jucurutu	Tijolos	11
103	Cerâmica Santa Edwirges Ltda.		Tijolos	12
104	Cerâmica Santa Rita Ltda.		Tijolos	20
105	Cerâmica Beira Rio Ltda.	Parelhas	Telhas	40
106	Romildo A. dos Santos – ME		Telhas	38
107	Cerâmica Tavares Ltda.		Telhas/lajotas	32
108	APROVE – Associação dos Produtores Oleiros do Juazeiro		Telhas	39
109	Lucena e Araújo – ME		Telhas	30
110	M.A. Medeiros – Cerâmica – ME		Telhas	22
111	Janduí da Costa Barros – ME		Telhas	28
112	E. Araújo e Filhos Ltda.		Telhas	24
113	E. Araújo Silva ME		Telhas	24
114	ACMPSA – Associação Comunitária dos Moradores do Povoado Santo Antônio		Telhas	43
115	AOCC – Associação dos Oleiros da Comunidade de Cachoeira		Telhas	48
116	ACC - Associação Comunitária de Cachoeira		Telhas	43
117	Liciniano Luciano – ME		Telhas	32
118	A.O. Costa – ME		Telhas	40
119	Eliane Dantas de Araújo – ME		Telhas	35
120	Francildo Francisco da Silva – ME		Telhas	33
121	S.M. Lucena Silva ME		Telhas	30
122	Flávio Azevedo da Silva – ME	Telhas	32	
123	Cerâmica Pingal – Informal	Telhas	30	
124	ADECOS - Associação de Desenvolvimento Com. de Sussuarana I	Telhas	39	
125	G. O. Silva Produtos Cerâmicos – ME	Telhas	30	
126	Cerâmica Bartolomeu – Não informado	Telhas	28	
127	Cerâmica Tibiri Ltda.	Telhas	32	
128	Herbert Geraldo Bezerra de Medeiros – ME	Telhas	25	
129	José Ernesto Filho – ME	Telhas	30	
130	Cerâmica Parelhas Ltda.	Telhas	28	
131	P. Paulo Patrício ME	Equador	Tijolos	10
132	Cerâmica Equador – Informal		Tijolos	10
133	I. A Silva Dantas – ME	Carnaúba dos Dantas	Telhas	37
134	Cerâmica Santo Antônio – Não informado		Telhas	18
135	J. A. Dantas Cerâmica – ME		Telhas	26

136	Genilson Medeiros – ME		Telhas	33
137	Guioneide Araújo Dantas – ME		Telhas	35
138	Cerâmica Rajada Ltda.		Telhas	30
139	M. Bernado Dantas – ME		Telhas	30
140	Aldo Medeiros Dantas – ME		Telhas	35
141	Ana Laurentina Dantas – ME		Telhas	35
142	Cerâmica Três Irmãos Ltda.		Telhas	34
143	Cerâmica Barro Forte Ltda.		Telhas	32
144	Clidenor de Araujo Ferreira – ME		Telhas	30
145	Cerâmica Vale do Sucesso Ltda.		Telhas	32
146	Cerâmica Ramada Ltda.		Telhas	32
Subtotal	45 Cerâmicas	4 municípios		1.357

Fonte: Carvalho (2001)

Tabela 17C – Cerâmicas em atividade (continuação)

FICHA Nº	EMPRESA	MUNICÍPIO	PRODUTOS FABRICADOS	EMPREGOS DIRETOS
147	Assoc. dos Oleiros da Comunid. de S. Bento I		Telhas	44
148	COOPERCIT - Cooperativa dos Ceramistas Industriais do Tuiuiu	Santana do Seridó	Telhas	40
149	G. C. Ferreira Cerâmica - ME		Telhas	30
150	Anifrâncio da Cunha Macedo - ME	Ipueira	Telhas	26
151	Cerâmica Malhada Grande Ltda.	Ouro Branco	Telhas	30
152	Wagner Charles Bezerra de Lima – ME	São Vicente	Telhas	23
153	Cerâmica Comunitária e Várzea dos Evaristos	Cerro Corá	Tijolos	10
154	Cerâmica Dalva – Não Informado	G. D. S. Rosado	Tijolos	24
155	Cerâmica Caiçara Ltda.	Olho D'água Borges	Tijolos	16
156	Cerâmica Gavião Ltda.	Umarizal	Telhas	15
157	J. A. Medeiros Cerâmica – ME		Telhas	38
158	ACCV - Associação Comunitária da Cacimba Velha		Telhas	35
159	R. L. Azevedo da Silva – ME		Telhas	35
160	Cerâmica Majes Ltda. ME	Jardim do Seridó	Telhas	60
161	Cerâmica S. Francisco Ltda. – em estruturação		Telhas	33
162	Cerâmica São Gabriel - Não informado		Telhas	23
163	M. M. da Silva Cerâmica ME		Telhas	32
164	ACPMA - Associação Comercial dos Produtores de Malhada da Areia		Telhas	45
165	Santa Clara – Informal		Tijolos	8
166	Cerâmica Condado Ltda.	Caicó	Telhas	28
167	Cerâmica Bom Sucesso Ltda. – Não informado		Telhas	30
168	Cerâmica Rio Piranhas Ltda.		Telhas	25
169	Cerâmica Vale do Piranhas Ltda.	Jardim de Piranhas	Telhas	16
170	Cerâmica Dinâmica Ltda. – Em estruturação		Tijolos	23
171	Cerâmica Dinorá Ltda. – Não informada	Tenente Ananias	Tijolos	20
172	Cerâmica S.S. Ltda.	Marcelino Vieira	Tijolos/lajotas	27
173	Cerâmica S. Sebastião Ltda. – Não informada	Encanto	Tijolos/lajotas	20
174	CEVALE – Cerâmica Vale do Apodi Ltda.		Tijolos	14
175	Cerâmica Santa Rosa Ltda. – Não informada		Tijolos/telhas	45
176	Cerâmica Lagoa Redonda – Informal	Apodi	Tijolos	5
177	COPITA – Coop. dos Trabalhadores de Apodi		Tij./telhas/lajotas	42
178	Pedro Terceiro de Melo – ME		Tij./telhas/lajotas	48
Subtotal	32 Cerâmicas	15 municípios		910
Total	159 Cerâmicas	39 municípios		5.494

Fonte: Carvalho (2001)

4.1.2.2 Distribuição Geográfica

As 159 cerâmicas em atividade foram plotadas em mapa, conforme Figura 35 a seguir. Visando uma melhor compreensão, elas foram agrupadas por região, tomando como referência o trabalho Diagnóstico do setor cerâmico do Rio Grande do Norte, realizado em 1989, já citado, que agrupou as cerâmicas em 8 regiões distintas, com base numa suposta semelhança das características químicas das matérias-primas.

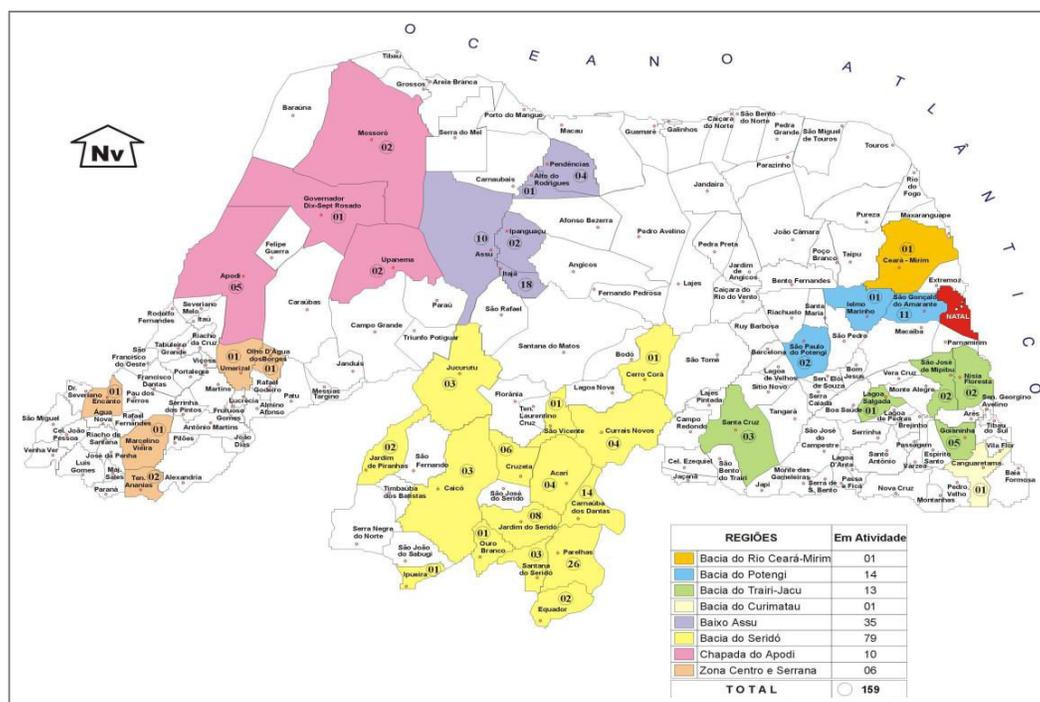


Figura 35 – Mapa das regiões e municípios com cerâmicas em atividades
Fonte: Carvalho (2001).

Dessas regiões, 6 abrangem bacias de grandes rios (Ceará-Mirim, Potengi, Trairi/Jacu, Curimatau, Baixo Assu e Seridó), de cujos vales são extraídas as matérias-primas para as cerâmicas. A região da Chapada do Apodi abrange empresas localizadas em diversos municípios, cuja cidade pólo é Mossoró, enquanto a Região Centro e Serrana abrangem municípios localizados no Extremo-Oeste Potiguar.

Os dados aqui apresentados podem também ser comparados com aqueles do trabalho acima citado, conforme Tabela 18 a seguir.

Tabela 18 – Distribuição das cerâmicas em atividade por região

REGIÃO	ABRANGÊNCIA		EMPRESAS EM ATIVIDADE		
	SEBRAE (1989)*	SENAI (2001)**	SEBRAE (1989)*	SENAI (2001)**	Variação (%)
Bacia do Ceará – Mirim	Ceará - Mirim e Bento Fernandes	Ceará – Mirim	02	01	-50,0
Bacia do Potengi	São Gonçalo do Amarante (8), e Ielmo Marinho.	São Gonçalo do Amarante (11), Ielmo Marinho e São Paulo do Potengi (2)	09	14	+55,5
Bacia do Trairi/ Jacu	Nízia Floresta (3), São José de Mipibu (3), Goianinha (4) e Monte Alegre.	Nízia Floresta (2), São José de Mipibu (2), Goianinha (5), Lagoa Salgada e Santa Cruz (3)	11	13	+18,2
Bacia do Curimataú	Pedro Velho (2) e Canguaretama	Canguaretama	03	01	-66,7
Baixo Assu	Assu (12), Ipanguaçu (14), Pendências (4), Alto do Rodrigues, Angicos e Santana do Mato.	Itajá (18), Assu (10), Ipanguaçu (2), Pendências (4), Alto do Rodrigues.	33	35	+6,1
Bacia do Seridó	Caicó (2), Jardim de Piranhas (2), Parelhas (3), Currais Novos (2) e Acari.	Caicó (3), Jardim de Piranhas (2), Parelhas (26), Currais Novos (4), Carnaúba do Dantas (14), Cruzeta (6), Acari (4), Jucurutu (3), Equador (2), Santana do Seridó (3), Jardim do Seridó (8), Ipueira, Ouro Branco, São Vicente e Cerro Corá.	10	79	+690,0%
Chapada do Apodi	Mossoró (3), Apodi (4), Gov. Dix Sept Rosado, Upanema (2) e Caraúbas.	Mossoró (2), Apodi (5), Gov. Dix Sept Rosado e Upanema (2)	11	10	-9,1
Zona Centro e Serrana	Umarizal (2) e Marcelino Vieira	Umarizal, Marcelino Vieira, Encanto, Olho D'água dos Borges e Tenente Ananias (2)	3	6	+100,0
8 regiões	28 municípios	39 municípios	82	159	+93,9

* Dados obtidos em Diagnóstico do setor cerâmico do Rio Grande do Norte, SEBRAE/RN, 1989.

** Dados deste trabalho

Uma análise da Tabela 18 mostra que em apenas 12 anos (de 1989 a 2001) o número de cerâmicas praticamente dobrou, passando de 82 para 159, um crescimento de 93,9%. Supondo-se um crescimento linear neste período, então o crescimento do setor foi da ordem de 5,7% ao ano.

Havia cerâmicas em 28 municípios do estado em 1989, e em 2001 elas já estão presentes em 39. Em 7 daqueles 28 municípios, não existem mais cerâmicas em atividade e, portanto, novos empreendimentos foram abertos em outros 18 municípios. Isto mostra que o setor é extremamente dinâmico e a concorrência é muito forte.

Analisando-se a variação na quantidade de empreendimentos por região, constata-se que houve mudanças em todas elas. Em 2 regiões o número de empresas diminuiu como é o caso da Bacia do Ceará-Mirim e Bacia do Curimataú. Em 3 delas, verifica-se uma certa estabilidade, como é o caso Bacia do Trairi/Jacu, Baixo Assu e Chapada do Apodi, o que pode significar uma estagnação do setor nesta região. Nas outras 3 regiões, Bacia do Potengi, Zona Centro e Serrana e Bacia do Seridó, ocorreu crescimento. Merece destaque a Bacia do Seridó que cresceu 690% neste período, o que representa um crescimento anual próximo de 19% ao longo dos últimos 12 anos.

4.1.3 Cerâmicas em Implantação/Reimplantação

4.1.3.1 Cadastro

Foram cadastradas 12 cerâmicas em processo de implantação/reimplantação, que estão listadas na Tabela 19.

Tabela 19 – Cerâmicas em implantação/reimplantação

FICHA Nº	EMPRESA	MUNICÍPIO	EXPECTATIVA DE PRODUÇÃO/MÊS	EXPECTATIVA DE EMPREGOS	PROPRIETÁRIO
21	Cerâmica Brilhantão	S. José de Mipibu	40 0.000 tijolos	40	Francisco Brilhante
29	Cerâmica Panorama	Pendências	400.000 telhas	40	João do Leite
42	Cerâmica Jacobina	S. Gonçalo do Amarante	400.000 tijolos	35	José Wallace
48	Cerâmica Santa Maria		400.000 tijolos	40	Carlos Nazareno
51	Cerâmica Renascer		300.000 tijolos	20	
56	Cerâmica Carolina	S. Paulo do Potengi	300.000 tijolos	20	Márcio E. A. Bezerra
63	Cerâmica do Gato III	Itajá	400.000 tijolos	30	Álvaro Anídio Batista
72	Cerâmica Barro Vermelho II		500.000 telhas	40	Eurimar Nóbrega
110	Cerâmica Luciano II	Cruzeta	400.000 telhas	35	Sidnei Luciano
114	Cerâmica Telhado	Acari	500.000 telhas	35	Wanderlei
170	Cerâmica NS Aparecida II	Santana do Seridó	400.000 telhas	30	José C. F. Sobrinho
206	Cerâmica Marize	Felipe Guerra	300.000 tijolos	35	Pedro Terceiro de Melo
	Total	9 municípios	4.300.000 peças	400	Obs: 2.200.000 telhas e 2.100.000 tijolos

Fonte: Carvalho (2001)

4.1.3.2 Distribuição Geográfica

Estas cerâmicas estão localizadas em 09 municípios distribuídos em 5 regiões diferentes, conforme a Figura 36 a seguir.

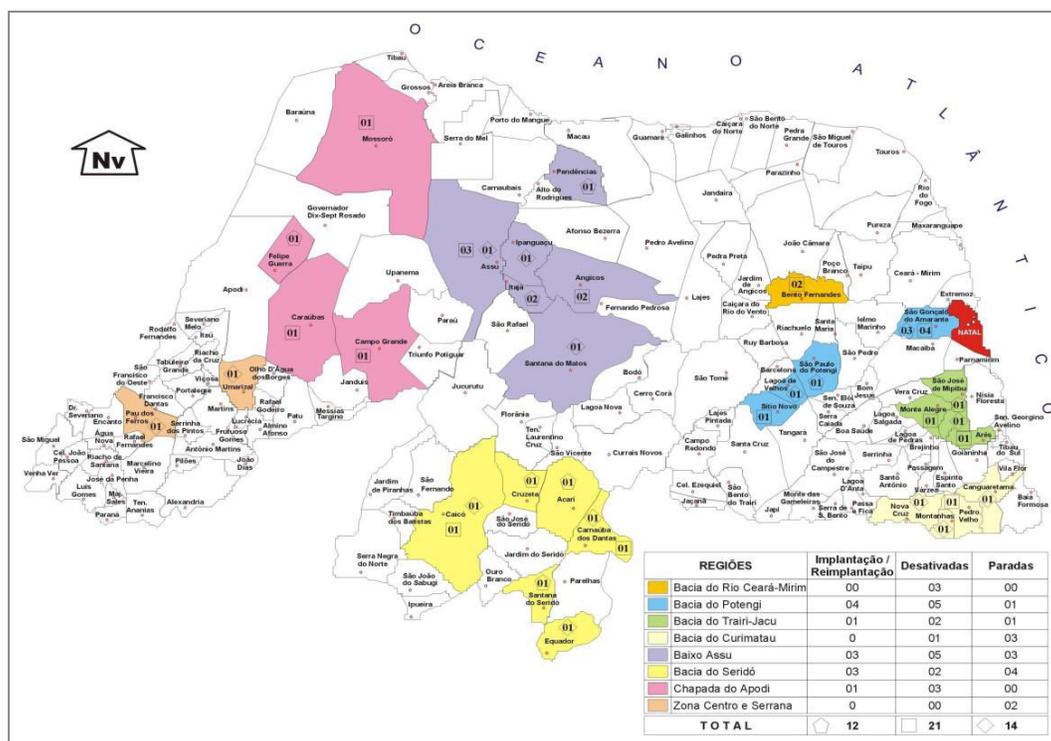


Figura 36 – Mapa mostrando as regiões e municípios com cerâmicas em implantação/reimplantação
Fonte: Carvalho (2001).

Segundo os proprietários, estas empresas estarão produzindo num período que varia de 6 a 12 meses. Isto acontecendo, serão fabricadas 4.300.000 peças/mês, sendo 2.200.000 telhas e 2.100.000 tijolos, gerando adicionalmente 400 postos de trabalho diretos.

A Tabela 19 mostra ainda que 5 destas empresas correspondam à ampliação da produção de indústrias já existentes.

4.1.4 Cerâmicas Paradas

4.1.4.1 Cadastro

Foram cadastradas 14 cerâmicas que estão paradas no momento, sendo que algumas delas se encontram sem produzir a muito tempo. Aquelas que tiveram sua produção interrompida recentemente ainda têm toda a estrutura físicas montada e podem voltar a funcionar com pequenos investimentos, enquanto as demais careceriam de maiores recursos. Estas cerâmicas estão listadas na Tabela 20.

Tabela 20 – Cerâmicas Paradas

FICHA Nº	EMPRESA	MUNICÍPIO	Capacidade de Produção/Mês	Empregos Possíveis	Proprietário
07	Cerâmica Pilão	Montanhas	200.000 tijolos	20	Neto
09	Cerâmica São Luiz	Canguaretama	400.000 tijolos	40	Camilo
22	Cerâmica Brilhantão II	São José de Mipibu	400.000 tijolos	40	Francisco Brilhante
25	Cerâmica sem nome	Lagoa de Velhos	200.000 tijolos	20	
34	Cerâmica Pedrinhas	Ipanguaçu	400.000 telhas	40	José Medeiros Filhos
35	Cerâmica Santanense	Santana do Matos	500.000 tijolos	50	Ismar Duarte Torres
92	Cerâmica Monteiro	Assu	400.000 telhas	40	Roberto Monteiro
98	Cerâmica Sem Nome	Nova Cruz	500.000 tijolos	40	Carlos Magno
149	Cerâmica Sem nome	Equador	200.000 tijolos	10	José Francisco Alves
150	Cerâmica Sem nome		200.000 tijolos	10	Estanislau B. de Souza
165	Cerâmica Frei Damião	Carnaúba dos Dantas	400.000 telhas	40	Maria Uilma
179	Cerâmica Nunes	Umarizal	400.000 telhas	40	Espólio do Sr. Aldenor
192	Cerâmica Jardimense	Caicó	500.000 telhas	50	Pedro Azevedo
199	Cerâmica Sem Nome	Pau dos Ferros	400.000 tijolos	40	Tomada pelo Banco do Nordeste
	Total	13 Municípios	5.100.000 peças	480	Obs: 3.000.000 tijolos e 2.100.000 telhas

Fonte: Carvalho (2001)

Analisando a Tabela 20 constata-se que o conjunto das cerâmicas deixou de produzir 5.100.000 peças e desempregou 480 trabalhadores em 13 municípios.

4.1.4.2 Distribuição Geográfica

Estas cerâmicas estão localizadas em 13 municípios distribuídos em regiões diferentes, conforme a Figura 37 a seguir.

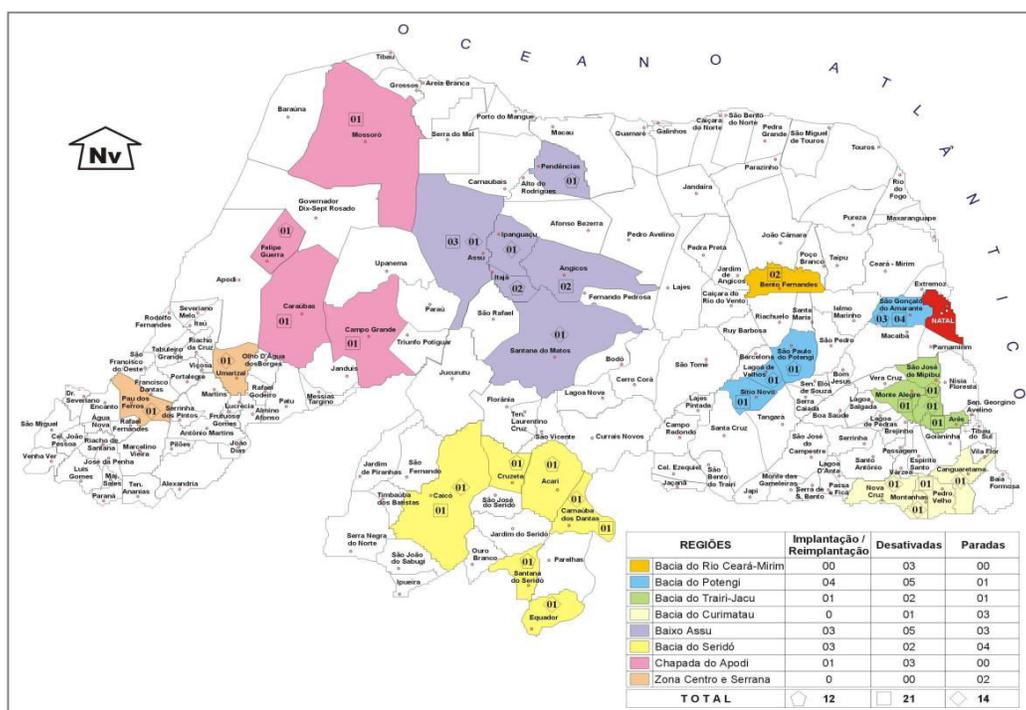


Figura 37 – Mapa mostrando as regiões e municípios com cerâmicas paradas
Fonte: Carvalho (2001).

4.1.5 Cerâmicas Desativadas

4.1.5.1 Cadastro

Durante este trabalho foram cadastradas 21 cerâmicas desativadas, conforme a Tabela 21 a seguir, que estão distribuídas por diversas regiões.

Tabela 21 – Cerâmicas Desativadas

FICHA Nº	EMPRESA	MUNICÍPIO	PRODUTOS FABRICADOS
06	Cerâmica Cameté	Arês	Telhas
08	Cerâmica Florêncio	Pedro Velho	Tijolos e telhas
12	Cerâmica sem nome	Ceará-Mirim	Tijolos
24	Cerâmica sem nome	Sítio Novo	Tijolos
37	Cerâmica Cimac	São Gonçalo do Amarante	Tijolos
38	Cerâmica Matoso		Tijolos
47	Cerâmica Santa Helena		Tijolos
53	Cerâmica Alabama		Tijolos
57	Cerâmica São Marcos		Tijolos
58	Cerâmica Beira Rio	Bento Fernandes	Tijolos
59	Cerâmica Confiança	Angicos	Telhas e tijolos
60	Cerâmica Salviano		Tijolos
91	Cerâmica Azevedo		Telhas
93	Cerâmica Asteriano	Assu	Telhas

94	Cerâmica Cica		Telhas
97	Cerâmica Vale do Trairi	Monte Alegre	Tijolos
99	Cerâmica Mossoró	Mossoró	Tijolos e manilhas
166	Cerâmica Zé Albino	Carnaúba dos Dantas	Telha
177	Cerâmica Santana	Campo Grande	Tijolos
178	Cerâmica Caraúbas	Caraúbas	Telhas
191	Cerâmica sem nome	Caicó	Tijolos
	Total	14 municípios	

Fonte: Carvalho (2001)

4.1.6.2 Distribuição Geográfica

Estas cerâmicas estão localizadas em 14 municípios distribuídos em regiões diferentes, conforme a Figura 38 a seguir.

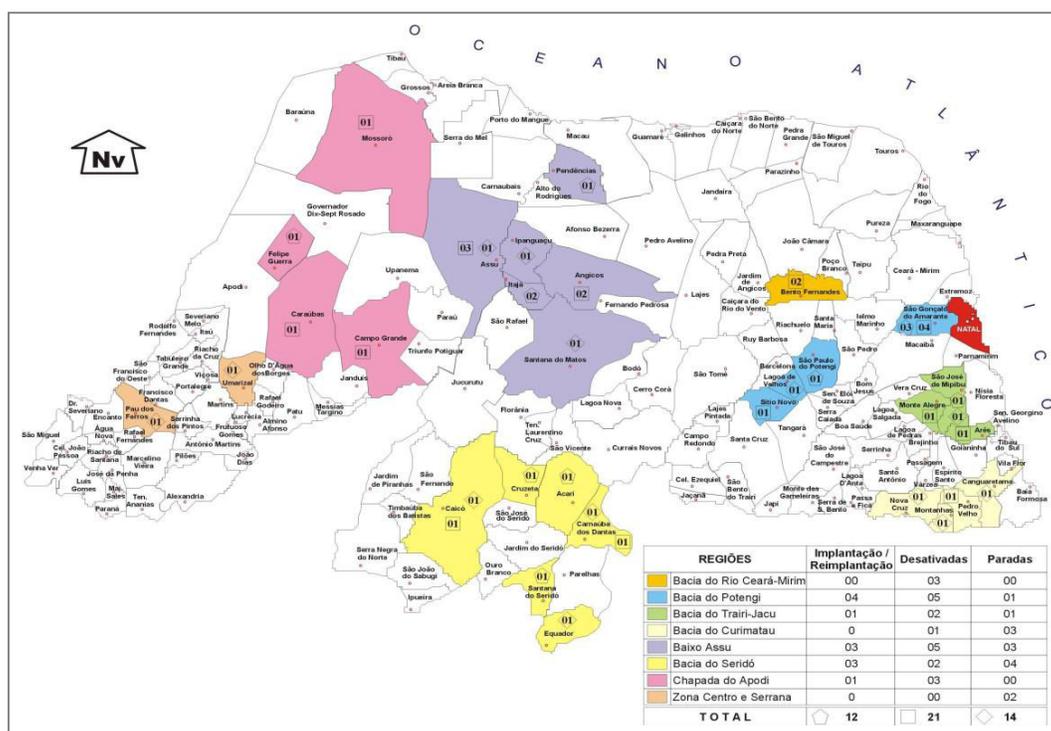


Figura 38– Mapa mostrando as regiões e municípios com cerâmicas desativadas

Fonte: Carvalho (2001).

Estas cerâmicas encerraram suas atividades por diversos motivos, geralmente ligados a crises do setor.

Em estudos recentes, a realização deste estudo ocorreu na região do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte, onde no âmbito deste projeto têm sido realizados diversos estudos sobre o setor, objetivando oferecer recursos de crescimento profissional a todos, para que possam vender mais e gastar menos.

A área de abrangência da pesquisa localizada na Região do Seridó-RN está composta por vinte e uma empresas distribuídas conforme mostra a Tabela 22 a seguir.

Tabela 22 – Empresas participantes da Região do Seridó/RN

Cerâmica	Colaboradores	Produto	Produção	
J. A. Dantas	30	Telha Colonial	Mensal	700.000
Nossa Senhora dos Impossíveis	21	T8F 9x19x19	Mensal	600.000
Santa Luzia	29	T8F 9x19x19	Mensal	800.000
		Telha Colonial		40.000
Genilson Medeiros	40	Telha Colonial	Mensal	700.000
Araújo	30	Telha Colonial	Mensal	800.000
Cerâmica Nossa Senhora da Guia	32	Telha Colonial	Mensal	800.000
J. R. A	32	T8F 9x19x19	Mensal	750.000
		Telha Colonial		50.000
São Francisco	38	Telha Colonial	Mensal	960.000
Ezequiel	29	Telha Colonial	Mensal	900.000
Boa Sorte	18	T8F 9x19x19	Mensal	250.000
		Telha Colonial		160.000
		Lajota: 8 x 19 x 28		5.000
Bom Jesus	30	Telha Colonial	Mensal	960.000
		T8F 9x19x19		50.000
2 Irmãos	38	Telha Colonial	Mensal	960.000
		T8F 9x19x19		40.000
São Francisco	28	Telha Colonial	Mensal	800.000
		T8F 9x19x19		40.000
Dantas	20	Telha Colonial	Mensal	320.000
		T8F 9x19x19		160.000
Rio Piranhas	20	Telha Colonial	Mensal	500.000
		T8F 9x19x19		40.000
Novo Mundo	28	Telha Colonial	Mensal	600.000
		T8F 9x19x19		100.000
RN Cerâmica	28	Telha Colonial	Mensal	600.000
		T8F 9x19x19		250.000
União I	35	Telha Colonial	Mensal	600.000
		T8F 9x19x19		400.000
União II	35	Telha Colonial	Mensal	600.000
		T8F 9x19x19		200.000
Cruzeta II	35	Telha Colonial	Mensal	600.000
		T8F 9x19x19		150.000
Acari	21	Telha Colonial	Mensal	350.000
		T8F 9x19x19		120.000

Fonte: ANICER (2006).

Em um projeto, todos marcos metodológicos, foram implantados desde o início da primeira fase do projeto para o desenvolvimento, gestão e avaliação das ações da Região do Seridó-RN; que são:

- Composição do Grupo Piloto;
- Composição do grupo Gestor;
- Trabalho comportamental (empresários e funcionários);
- Pesquisas de mercado;

- Planejamento Estratégico;
- Manejo em campo com o agente local;
- Metas e indicadores.

Em um processo de fabricação, devem-se contemplar dois elos da cadeia produtiva: atividade cerâmica e mineraria, onde os principais produtos são blocos de vedação e estruturais, conforme Tabela 23 a seguir.

Tabela 23 – Principais Produtos

Produtos / Serviços	Quantidade	Total – %
Blocos de Vedação	6	55
Blocos Estruturais	3	27
Lajotas	1	9
Telhas	1	9
Total	11	100

Fonte: SEBRAE (2006).

A cadeia produtiva de cerâmica vermelha pode ser representada na Figura 39 a seguir.

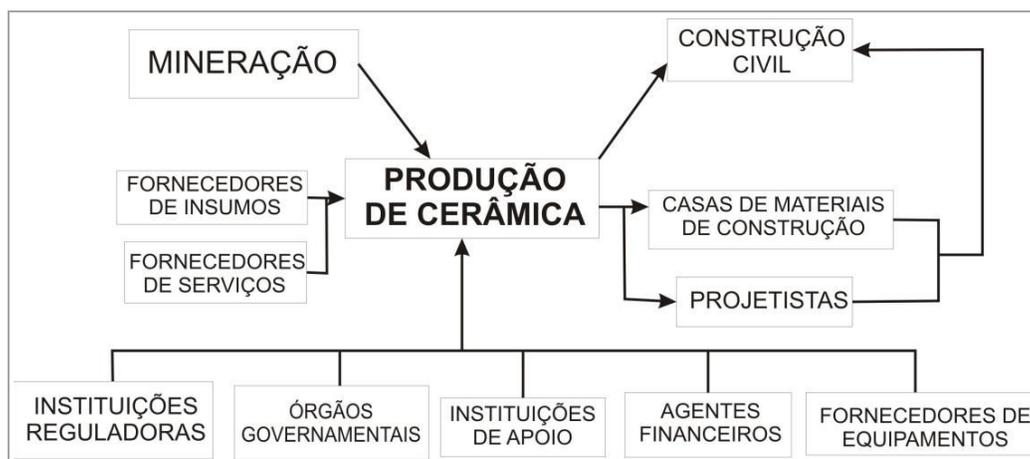


Figura 39 – Cadeia Produtiva Simplificada

4.2 CERÂMICA PRODUTORA DE TELHA COLONIAL

I – Objetivo Geral

O principal objetivo deste estudo é apresentar aos representantes das indústrias de cerâmica vermelha que produzem apenas telha colonial os resultados das análises instrumentais (físicas e químicas) e tecnológicas realizadas nas matérias-primas e nas

formulações de massas pela equipe do Laboratório de Materiais Cerâmicos (LMC) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), visando à fabricação de produtos de melhor qualidade e com características dentro das normas técnicas.

A tabela 24 a seguir apresenta a relação das indústrias de Cerâmica Vermelha que atuam apenas na fabricação de telha colonial e fazem parte deste estudo da Região do Seridó-RN.

Tabela 24 – Principais fabricantes de telha colonial da Região do Seridó-RN

Cerâmica	Produto	Produção	
J. A. Dantas	Telha Colonial	Mensal	700.000
Genilson Medeiros Cerâmica Ramada	Telha Colonial	Mensal	700.000
Araújo	Telha Colonial	Mensal	800.000
Cerâmica Nossa Sra. Da Guia Chico de Keda	Telha Colonial	Mensal	800.000
São Francisco	Telha Colonial	Mensal	960.000
Ezequiel	Telha Colonial	Mensal	900.000
Cerâmica Zacarias	Telha Colonial	Mensal	1.000.000
Cerâmica Bom Jesus	Telha Colonial	Mensal	810.000
Cerâmica Espírito Santo	Telha Colonial	Mensal	600.000
Cerâmica Rio Piranhas	Telha Colonial	Mensal	480.000
Cerâmica Novo Mundo	Telha Colonial	Mensal	600.000
Cerâmica União I	Telha Colonial	Mensal	800.000
Cerâmica Cruzeta	Telha Colonial	Mensal	600.000

Fonte: ANICER (2006).

II – Desenvolvimento

Para todos os produtores de telha colonial foram adotados os mesmos critérios de procedimentos de análise das matérias-primas coletadas e das formulações das massas cerâmicas desenvolvidas, onde foram utilizadas as normas internas do Laboratório de Materiais Cerâmicos (DEMat/CT), bem como, quando necessário, os métodos de ensaios da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

4.3 CERÂMICA PRODUTORA J. A. DANTAS

4.3.1 Localização

A Empresa Cerâmica J. A. Dantas está localizada no Município de Carnaúba dos Dantas, no Rio Grande do Norte. A Figura 40 a seguir identifica a entrada do empreendimento e atualmente trabalha com duas matérias-primas, denominadas por Totoró e São Luiz.

As matérias-primas extraídas na região, ambas, na cidade de Currais Novos/RN foram coletas no pátio da indústria para que pudessem ser analisadas na UFRN. Além das matérias-primas coletadas e separadas, foi coletada, também material na entrada da máquina extrusora, onde neste ponto a matéria prima já havia passado por uma mistura que é atualmente utilizada pela indústria.



Figura 40 – Identificação da empresa

4.3.2 Dados Gerais

A tabela 25 a seguir identifica todos os dados relativos Indústria de Cerâmica Vermelha J. A. Dantas de propriedade do Sr. Joaquim Azevedo Dantas que produz atualmente 800.000 unidades por mês de telha colonial.

Tabela 25 – Dados gerais da cerâmica

CERÂMICA	J.A. Dantas		LOCALIZAÇÃO	C. dos Dantas-RN
PROPRIETÁRIO	Joaquim Azevedo Dantas			
CNPJ	70.149.497/0001-90		INSCRIÇÃO ESTADUAL	
PRODUÇÃO				
PRODUTO	Telha colonial	QUANTIDADE	800 milheiros/mês	
MATÉRIAS-PRIMAS: INFORMADA				
Nº	NOME	LOCALIZAÇÃO	TIPO	OBSERVAÇÕES
1	Totoró	Currais Novos	Plástica	
2	São Luis	Currais Novos	Plástica	Informada = Coletada
MATÉRIAS-PRIMAS: COLETADA				
Nº	NOME (sigla)	LOCALIZAÇÃO	TIPO	OBSERVAÇÕES
1	Totoró (C1-2)	Currais Novos	Plástica	
2	São Luis (C1-1)	Currais Novos	Plástica	
3	Mistura (C1-M)	50 % da C1-1 e 50 % da C1-2		As amostras foram coletas no pátio da cerâmica
PROCESSO PRODUTIVO				
QUANTIDADE	EQUIPAMENTO		QUANTIDADE	EQUIPAMENTO
1	Caixão alimentador		1	Maromba (extrusora)
1	Misturador simples		1	Cortador
2	Laminador não acoplado		5	Fornos tipo caipira

4.3.3 Fluxograma de produção

A Empresa de Cerâmica Vermelha J. A. Dantas, para produzir telhas coloniais adota um processo de produção conforme mostra a Figura 41 a seguir.

Considerando o fluxo adotado, embora seja um processo que corresponde ao melhor método de produção, mas isso não nos permitiu afirmar que seus produtos sejam de ótima qualidade.

Para se garantir um produto de excelente qualidade, além do processo adotado, devem ser considerados também outros fatores que poderão influenciar no final do produto acabado, tais como: qualidade da matéria-prima e condições de queima.

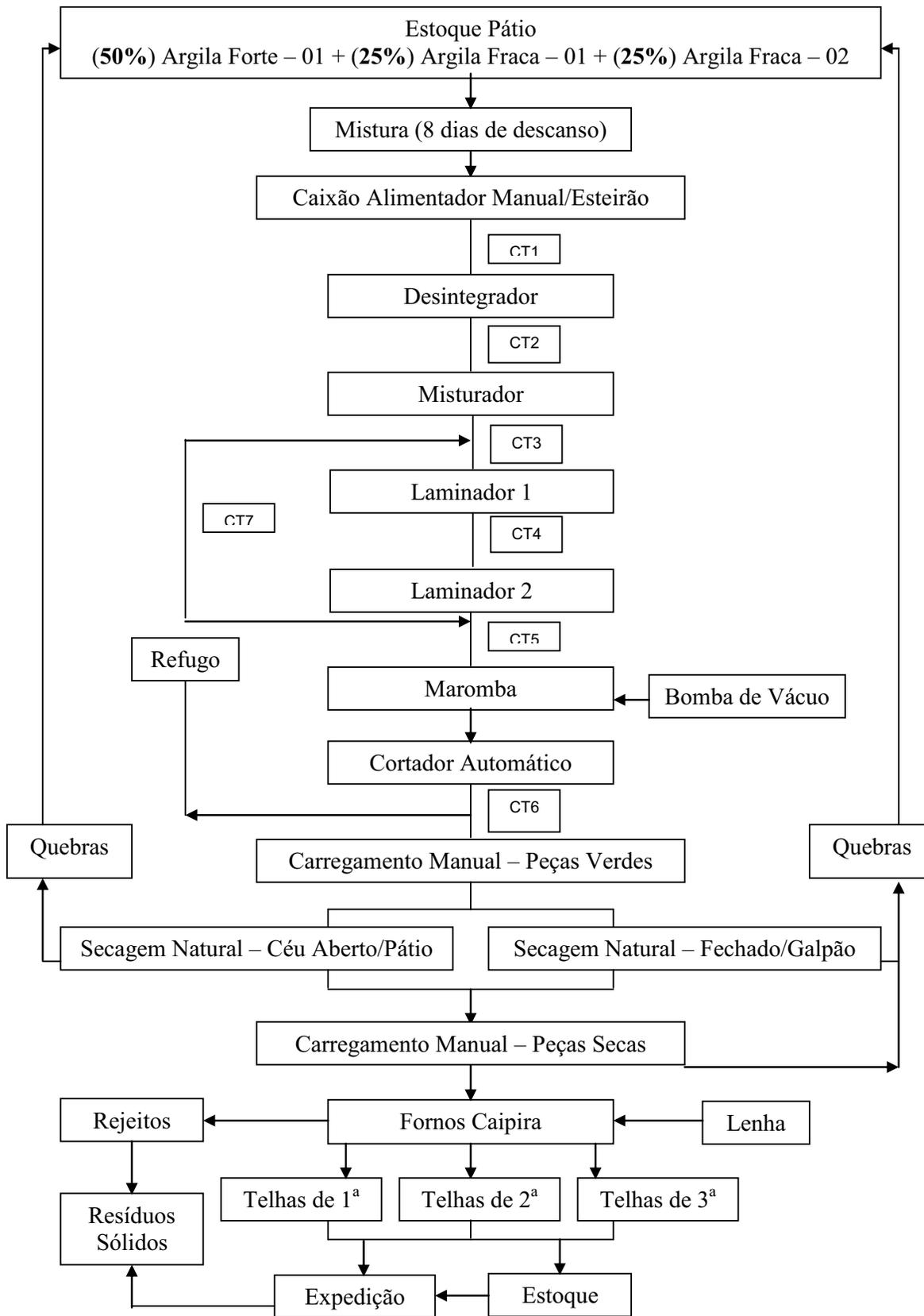


Figura 41 – Fluxograma do processo de fabricação de Telhas

4.3.3.1 Estocagem e Mistura

A matéria-prima após ser retirada da mina é levada para o pátio, sendo neste local estocada, respeitando as misturas na proporção de 50% de argila forte (Figura 42 a seguir) e 50% de argila fraca.

A porcentagem da mistura recolhida e utilizada no processo de fabricação encontra-se na relação da proporção de 50% da matéria-prima denominada de Totoró e 50 % da matéria-prima denominada de São Luiz (Figura 43 a seguir).

As matérias-primas coletadas foram coletadas no pátio de estocagem e identificadas com a seguinte nomenclatura: C1-2 (Totoró), C1-1 (São Luiz) e C1-M (Mistura), após a identificação as amostras foram colocadas em recipientes fechados.



Figura 42 – Argila
Fonte: Currais Novos/RN



Figura 43 – Mistura
Fonte: Currais Novos/RN

4.3.3.2 Estocagem para descanso

Após a realização da mistura a mesma permanece no pátio por um período de 8 dias de descanso. Este descanso ocorre para que a mistura depois de homogeneizada sofra um curtimento a fim de estabilizar seus componentes, facilitando e melhorando as condições de produção (Figura 44 a seguir).



Figura 44 – Argila em descanso

4.3.3.3 Caixaão Alimentador

Depois de completar o período de 8 dias de descanso a argila começa a ser trabalhada dando início ao processo de fabricação de telhas coloniais. A partir de agora a argila começa a percorrer as diversas partes do conjunto de máquinas, iniciando pelo caixaão alimentador manual tipo esteirão.

Nesta etapa da produção o caixaão alimentador tem a finalidade de racionalizar o abastecimento das outras partes do processo produtivo, assegurando-lhes um fluxo constante e bem dosado da argila.

Nesta fase da produção o caixaão alimentador funciona descarregando a argila no em uma esteira que irá conduzi-la para a saída, onde há uma comporta regulável na sua extremidade. Esta comporta fará a dosagem de argila mantendo o seu escoamento. A constância na alimentação nunca é interrompida, e um eixo provido de hastes de corte duplo auxilia a passagem da argila, cortando os torrões (Figura 45 a seguir).



Figura 45 – Caixão alimentador manual esteirão

4.3.3.4 Desintegrador

A argila ao sair do caixão alimentador é conduzida ao desintegrador, nesta fase esta parte da produção é de suma importância tendo em vista que a argila em seu estado natural, possuindo baixa porcentagem de umidade e encontrando-se endurecida, formam torrões compactos e muito resistentes à ação homogeneizadora normal da argila.

Portanto, neste momento a argila começa a sofrer sua primeira etapa de transformação, isto é, no desintegrador são separados os pequenos corpos estranhos eventualmente contidos na argila como também é executada uma pré-laminação, em se considerando que a passagem mínima entre os cilindros é de apenas 2 a 3 mm. Proporcionando que haja uma ruptura dos torrões mais duros de argilas secas, permitindo uma uniformidade na argila, o que facilitará o trabalho das demais etapas de produção (Figura 46 a seguir).



Figura 46 – Desintegrador

4.3.3.5 Misturador

A matéria-prima depois de sofrer a trituração no desintegrador a mesma é conduzida ao misturador onde sofre sua segunda transformação, sendo a principal função do Misturador nesta etapa da produção a de misturar eficientemente os diversos tipos de argilas empregadas na Indústria Cerâmica.

Por este processo pode-se misturar vários tipos de argila numa só operação, promovendo também o umedecimento e a homogeneização da massa. A mistura correta tanto é útil para a argila repousada e antecipadamente umedecida, como para aquela que é umedecida no próprio misturador.

Uma das principais características do misturador nesta etapa é a sua extraordinária facilidade de reposição das pás que possam ter sofrido desgastes em função do tempo de uso.

Durante a permanência da argila no cocho é efetuada uma intensa mistura e homogeneização através de dois eixos horizontais com dupla carreira de pás helicoidais acionados por conjuntos de engrenagens com duas saídas. A argila se desloca gradativamente homogeneizada, até a sua saída, para o estágio seguinte de preparação, devidamente misturada e umedecida, conforme mostra a Figura 47 a seguir.



Figura 47 – Misturador

4.3.3.6 Laminação

Na seqüência de produção quando a argila sai do misturador esta é conduzida para o conjunto de 02 laminadores, onde nesta etapa do processo a matéria prima ao passar pelos laminadores, a argila, os pedriscos, grãos de pedras calcárias e outros materiais semelhantes são fracionados, laminados e incorporados à massa cerâmica, melhorando a ação do vácuo. Portanto neste momento o laminador complementa a homogeneização da argila, evitando as perdas na produção e proporciona produtos com melhor acabamento.

A laminação total da argila é obtida com velocidades diferentes nos cilindros laminadores e ao mesmo tempo em que ocorre a laminação, há o atrito de deslizamento, o que ocorre com a diferença de rotação dos cilindros (Figura 48 A e B a seguir).



(b) Laminador 1



(c) Laminador 2

Figura 48 A e B – Laminador 1 e 2

4.3.3.7 Extrusão

Dando continuidade no processo produtivo a argila ao sair do conjunto de laminadores segue para a maromba (extrusora), existindo dois tipos: a maromba monobloco que é ideal para cerâmicas que necessitem de uma produção entre 13 e 38 toneladas/hora de material extrudados em úmido.

Esta parte da máquina é dimensionada para suportar trabalhos pesados, atendendo a todos os tipos de produção cerâmica tais como pastões para telhas prensadas e telhas extrudadas, pisos extrudados, tijolos, blocos estruturais, blocos de vedação e lajes de forro, permitindo alta produção com ótima qualidade e baixo custo de manutenção.

Nesta fase da produção esta parte da máquina, permite que a matéria-prima seja comprimida de forma sincronizada, permitindo que a mesma seja beneficiada sendo introduzida em um misturador de grande eficiência, iniciando a compressão entre as pás até os caracóis de pré-compressão comprimindo que o material seja forçando a passar através das aberturas frontais cônicas, criando uma perfeita estanqueidade, fracionando no momento da entrada na câmara de vácuo.

A matéria-prima fragmentada entra na câmara de vácuo onde há uma aspiração de ar na parte superior que assegura um perfeito desareamento da massa, e calcadores sincronizados com o caracol de extrusão inferior alimentam de forma eficiente para que haja de forma contínua a extrusão da matéria-prima através da boquilha, responsável pela conformação do produto cerâmico.

Outro tipo de maromba utilizada é a maromba a vácuo, ideal para cerâmicas que necessitam de uma produção de 7 a 14 ton/h de material extrudados.

Este componente da máquina é dimensionado para suportar trabalhos pesados, atendendo a todos os tipos de fabricação cerâmica, tais como tijolos maciços e furados, lajotas para forro, pastões para telhas, pisos extrudados, elementos vazados, etc.

Nesta etapa da produção a máquina permite que a matéria-prima previamente preparada seja comprimida, obrigando-a a atravessar duas grelhas inclinadas e convergentes. Ao passar pelas grelhas processa-se a retirada do ar da argila na câmara de vácuo que é o espaço livre entre as grelhas e o caracol, efetuando assim a extrusão através da boquilha configurando o produto cerâmico a ser produzido, mostrada na Figura 49 e Figura 50 a seguir.



Figura 49 – Maromba-Extrusora



Figura 50 – Bomba de Vácuo

4.3.3.8 Corte

Quando o ciclo da extrusão está completo a massa cerâmica comprimida e já na forma do produto final ao sair na boquilha passa pelo cortador automático.

Nesta etapa da produção, a máquina efetua o corte dos mais variados produtos cerâmicos tais como: tijolos furados, pastões para telhas, tijolos laminados etc., conforme o molde desejado, neste caso a produção correspondente ao molde é de telha colonial.

Para que ocorra o corte a máquina é provida de um quadro de corte, composto de três (3) arames e sua capacidade média de cortes é de 30 cortes/minuto, podendo atingir até 40 cortes/minuto.

A velocidade de corte é sincronizada com a produção da maromba, sem que isso prejudique a uniformidade de tamanho das peças. O cortador automático elimina todo o trabalho manual do corte.

O cortador possui comandos elétricos e mecânicos independentes, para acionamento dos cortes e dos ajustes com a velocidade de saída dos produtos a serem cortados, permitindo a sua adaptação fácil e segura a qualquer maromba.

O corte se processa no sentido vertical, alternadamente, de cima para baixo e de baixo para cima, com até 3 arames, de acordo com o tipo e comprimento do produto a ser cortado (Figura 51 A e B a seguir).



(a) Cortador Automático



(a) Laminador 1

Figura 51 A e B – Cortador automático de esteira

NOTA: Nesta etapa da produção caso ocorra qualquer deformação ou defeitos nos produtos ao serem retirados da extrusora o mesmo retorna ao fluxo de produção sendo inseridos no laminador, permitindo o menor desperdício de matéria-prima.

4.3.3.9 Carregamento para secagem

Ao término do corte o produto final é transportado manualmente em carros sobre duas rodas para serem estocados a fim de que seja processada a secagem do material extrudados (Figura 52 A e B a seguir).



(a) Transporte manual do produto verde para secagem



(a) Transporte manual do produto verde para secagem

Figura 52 A e B – Transporte do produto verde

4.3.3.10 Secagem

A secagem é uma das fases mais importante de todo o processo, juntamente com a queima, pois é da secagem que chegaremos ao produto final, sendo o processo de secagem o responsável pela remoção de líquido do material por meio de transporte através dos poros e evaporação para o meio ambiente. O ar do ambiente, que não é saturado, tende a absorver a umidade das peças até ocorrer o equilíbrio.

A secagem pode ocorrer a céu aberto, isto é, ao ar livre, também conhecida como secagem natural, quando o material é colocado na área externa da fabricação (pátio).

A secagem natural depende muito das condições atmosféricas, e, portanto, tem um tempo de ciclo muito variável, dificultando assim, os controles durante todo o processo de produção (Figura 53 A e B a seguir).



(a) Secagem natural



(b) Secagem natural

Figura 53 A e B – Secagem natural a céu aberto (pátio)

Outra forma de efetuar a secagem ainda natural é aquela realizada dentro de galpões onde as condições atmosféricas não irão interferir acentuadamente no processo uma vez que o produto secado permanecerá em um ambiente coberto com telhas ou plástico (Figura 54 A e B a seguir).



(a) Secagem natural em ambiente fechado



(b) Secagem natural em ambiente fechado

Figura 54 A e B – Secagem natural em galpões

NOTA: Nesta etapa da produção caso ocorra qualquer quebra o material retorna para a fase inicial do processo.

4.3.3.11 Carregamento para enfora

Nesta etapa do processo, após ocorrer à secagem as telhas são carregadas manualmente para que possam ser arrumadas no forno a fim de sofrer a queima (cozimento) das telhas (Figura 55 a seguir).



Figura 55 – Carregamento para enfora

4.3.3.12 Enfora

Quando o material é coletado no pátio após a secagem são conduzidos para o forno, a fim de que possam ser arrumados (enforados) para serem queimados (Figura 56 A e B a seguir).



(a) Preparação do forno na enfora do material para queima



(b) Preparação do forno na enfora do material para queima
Figura 56 A e B – Enfora de material para queima

4.3.3.13 Queima

A queima ocorre com a carga completa, sendo o seu tempo diretamente proporcional com o volume de material estocado a ser queimado, com o tempo de secagem, bem como com o tipo de combustível utilizado, neste caso a lenha Figura 57 A, B, C e D a seguir.

(a) Queima



(b) Queima



(c) Combustível utilizado



(d) Estoque de lenha

Figura 57 A, B, C e D – Queima

4.3.3.14 Desenforma e Estocagem

Após ocorrer todo o processo de queima o material permanece no forno por aproximadamente dois dias para que possa perder calor e ser desenformado (Figura 58 a seguir). Depois de sua retirada são estocados no pátio de acordo com a sua classificação, material de primeira ou de segunda, para que possam ser comercializados (Figuras 59 e Figura 60 a seguir). E a Figura 61 a seguir identifica as telhas sinterizadas obtidas partir das misturas das matérias-primas pesquisadas, denominada de C1.



Figura 58 – Desenforma



Figura 59 – Estoque de telhas de primeira



Figura 60 – Estoque de telhas de segunda



(a) C1- 1 e 2 Duas amostras de telhas de 1ª



(b) C1- 3 e 4 Duas amostras de telha de 2ª



(c) C1-5 e 6 Duas amostras de telha de 1ª



(d) C1- 7 e 8 Duas amostras de telha de 2ª

Figura 61 – Telhas Sinterizadas

4.4 CERÂMICA PRODUTORA DE TIJOLO

4.4.1 Objetivo Geral

O presente estudo tem como principal objetivo apresentar aos representantes das indústrias de cerâmica vermelha que produzem apenas tijolos os resultados das análises instrumentais (físicas e químicas) e tecnológicas realizadas nas matérias-primas e nas formulações de massas pela equipe do Laboratório de Materiais Cerâmicos (LMC) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), visando à fabricação de produtos de melhor qualidade e com características dentro das normas técnicas.

A tabela 26 a seguir apresenta a relação da indústria de Cerâmica Vermelha que atua apenas na fabricação de tijolos de 08 furos e fazem parte deste estudo da Região do Seridó-RN.

Tabela 26 – Principal fabricante de tijolo Região do Seridó-RN.

Cerâmica	Colaboradores	Produto	Produção	
Nossa Senhora dos Impossíveis	21	T8F 9x19x19	Mensal	600.000

4.4.2 Desenvolvimento

Para o produtor de tijolo foi adotado o mesmo critério de procedimento de análise das matérias-primas coletadas e das formulações das massas cerâmicas desenvolvidas, onde foram utilizadas as normas internas do Laboratório de Materiais Cerâmicos (DEMat/CT), bem como, quando necessário, os métodos de ensaios da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

4.4.3 Cerâmica Produtora Nossa Senhora dos Impossíveis

4.4.3.1 Localização

A Empresa de cerâmica Nossa Senhora dos Impossíveis, está localizada no Município de Carnaúba dos Dantas, no Rio Grande do Norte. A Figura 62 a seguir, identifica a entrada do empreendimento e atualmente trabalha com três matérias-primas, denominadas por Totoró (Currais Novos), Gargalheiras (Bulhões) e Massapê-Rajada (Rio Carnaúba).

Das três matérias-primas utilizadas pela indústria, só foi possível coletar no pátio da indústria a matéria-prima Massapê-Rajada, visto que a demais estavam misturadas ou sem identificação. Além da matéria-prima separada, foi coletada, na entrada da extrusora, a mistura atualmente utilizada pela indústria, a qual é formada por uma combinação das matérias-primas Totoró/Bulhões/Rajada.



Figura 62 – Identificação da empresa

4.4.3.2 Dados Gerais

A tabela 27 a seguir identifica todos os dados relativos da Empresa de Cerâmica Vermelha Nossa Senhora dos Impossíveis de propriedade da Sra. Edicléia Pereira de Castro Dantas que produz atualmente 400.000 unidades por mês de tijolo vermelho.

Tabela 27 – Dados gerais da cerâmica

CERÂMICA	N. S. dos Impossíveis		LOCALIZAÇÃO	C. dos Dantas-RN
PROPRIETÁRIO	Edicléia Pereira de Castro Dantas			
CNPJ	05.582.716/0001-68		INSCRIÇÃO ESTADUAL	
PRODUÇÃO				
PRODUTO	Tijolo 8F	QUANTIDADE	400 milheiros/mês	
MATÉRIAS-PRIMAS: INFORMADA				
Nº	NOME	LOCALIZAÇÃO	TIPO	OBSERVAÇÕES
1	Totoró	Currais Novos	Plástica	Informada ≠ Coletada
2	Gargalheiras	-	Plástica	
3	Massapê - Rajada	Rio Carnaúba	Não-Plástica	

MATÉRIAS-PRIMAS: COLETADA				
Nº	NOME	LOCALIZAÇÃO	TIPO	OBSERVAÇÕES
1	Rajada (C2-1)	Rio Carnaúba	Não-Plástica	Matérias-primas do pátio dispostas aleatoriamente
2	Mistura	Totoró/Bulhões/Rajada		
PROCESSO PRODUTIVO				
QUANTIDADE	EQUIPAMENTO		QUANTIDADE	EQUIPAMENTO
1	Caixão alimentador		1	Marromba (extrusora)
1	Desintegrador		1	Cortador
1	Misturador simples		5	Fornos tipo caipira
2	Laminador não acoplado			

4.4.3.3 Fluxograma de produção

A Empresa de Cerâmica Vermelha Nossa Senhora dos Impossíveis, para produzir tijolos de 08 furos nas dimensões de 9x19x19 adota um processo de produção mostrado na Figura 63 a seguir.

Considerando o fluxo adotado, embora seja um processo que corresponde ao melhor método de produção, mas isso não nos permitiu afirmar que seus produtos sejam de ótima qualidade.

Para garantirmos um produto de excelente qualidade, além do processo adotado, devem ser considerados também outros fatores que poderão influenciar no final do produto acabado, tais como: qualidade da matéria-prima e condições de queima.

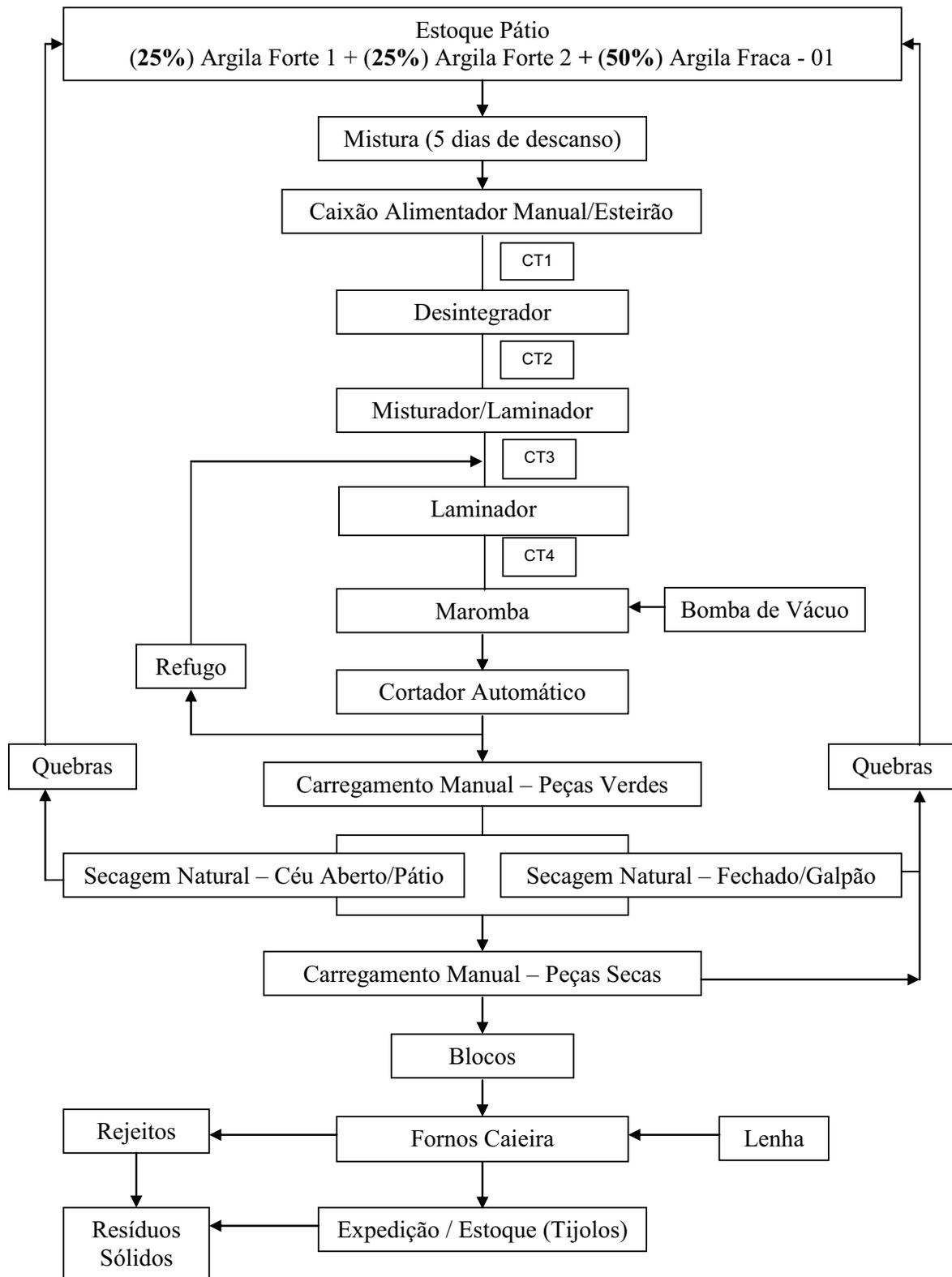


Figura 63 – Fluxograma do processo de fabricação de tijolo

NOTA: Considerando que o processo produtivo de tijolos segue o mesmo fluxo do processo produtivo de telhas coloniais, bastando para isso efetuar a troca apenas da matriz, consideramos as definições de cada processo já citadas anteriormente na fabricação de telhas colônias.

4.4.3.3.1 Estocagem e Mistura

A única matéria-prima coletada foi à mistura atualmente utilizada pela indústria, na proporção de 25% de argila forte 1 e 25% de argila forte 2 e 50 % de argila fraca.

As matérias-primas coletadas foram colocadas em um recipiente fechado e identificadas com as seguintes nomenclaturas: C2-1 (Rajada) e C2-M (Mistura).

No entanto, as matérias-primas que não foram coletadas no pátio da indústria e sim nas jazidas foram a Bulhões (AB) e Totoró (AT).

A Figura 64 a seguir apresenta o fluxograma produtivo de todo o processo, e a Figura 65 a seguir identifica os tijolos sinterizados obtidas partir das misturas das matérias-primas pesquisadas.



Foto 1 - Entrada principal



Foto 2 - Argila Forte – Cruzeta



Foto 3 - Argila Fraca - Rio Carnaúba



Foto 4 - Mistura – 5 dias de Descanso



Foto 5 - Caixaão Alimentador- Esteira Manual



Foto 6 - Caixaão Alimentador- Esteira Manual



Foto 7 – Destorroador

Foto 8 - Misturador
acoplado a Laminador

Foto 9 - Laminador 2



Foto 10 - Bomba de Vácuo



Foto 11 - Maromba_ Extrusora

Foto 12 - Cortador Automático
Carregamento Manual

Foto 13 - Galpão de Secagem 1



Foto 14 - Galpão de Secagem 2

Foto 15 - Secagem
Natural-Céu abertoFoto 16 - Forno
Caieira_Enfornação 1Foto 17 – Forno
Caieira_Enfornação 2Foto 18 - Forno
Caieira_Desenforna 2Foto 19 - Forno
Caieira_Desenforna 1Foto 20 - Pátio de
Estoque de Lenha

Figura 64 – Fluxograma fotográfico do processo de fabricação



C2 - 2, 3, 4 e 6

Figura 65 – Tijolos Sinterizados

4.5 CERÂMICAS PRODUTORAS DE TIJOLOS E TELHAS

NOTA: Considerando que o processo produtivo de telha colonial e tijolos segue o mesmo fluxo do processo produtivo dos demais produtos cerâmicos vermelhos, portanto, para atender a necessidade de produção, se faz necessário que seja efetuada a troca apenas das matrizes, consideramos as definições de cada processo já citadas anteriormente.

4.5.1 Objetivo Geral

O presente estudo tem como principal objetivo apresentar aos representantes das indústrias de cerâmica vermelha que produzem telha colonial e tijolos, os resultados das análises instrumentais (físicas e químicas) e tecnológicas realizadas nas matérias-primas e nas formulações de massas pela equipe do Laboratório de Materiais Cerâmicos (LMC) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), visando à fabricação de produtos de melhor qualidade e com características dentro das normas técnicas.

A tabela 28 a seguir apresenta a relação das indústrias de Cerâmica Vermelha que atuam apenas na fabricação de tijolos de 08 furos e telhas coloniais e fazem parte deste estudo da formação da Região do Seridó/RN.

Tabela 28 – Principais fabricantes de tijolos e telhas da Região do Seridó-RN

Cerâmica	Colaboradores	Produto	Produção	
Santa Luzia	29	T8F 9x19x19	Mensal	800.000
		Telha Colonial		40.000
J. R.A	32	T8F 9x19x19	Mensal	750.000
		Telha Colonial		50.000
Boa Sorte	18	Telha Colonial	Mensal	160.000
		T8F 9x19x19		250.000
2 Irmãos	38	Telha Colonial	Mensal	960.000
		T8F 9x19x19		40.000
São Francisco	28	Telha Colonial	Mensal	800.000
		T8F 9x19x19		40.000
Dantas	20	Telha Colonial	Mensal	320.000
		T8F 9x19x19		160.000
RN Cerâmica	28	Telha Colonial	Mensal	600.000
		T8F 9x19x19		250.000
União II	35	Telha Colonial	Mensal	600.000
		T8F 9x19x19		200.000
Acari	21	Telha Colonial	Mensal	350.000
		T8F 9x19x19		120.000
Aroeira	25	Telha Colonial	Mensal	600.000
		T8F 9x19x19		60.000

4.5.2 Desenvolvimento

Para todos os produtores de telha colonial e tijolos foram adotados os mesmos critérios de procedimentos de análise das matérias-primas coletadas e das formulações das massas cerâmicas desenvolvidas, onde foram utilizadas as normas internas do Laboratório de Materiais Cerâmicos (DEMat/CT), bem como, quando necessário, os métodos de ensaios da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

4.6 CERÂMICA PRODUTORA SANTA LUZIA

4.6.1 Localização

A Empresa Cerâmica Santa Luzia, está localizada no Município de Carnaúba dos Dantas, no Rio Grande do Norte. A Figura 66 a seguir, identifica a entrada do empreendimento e atualmente trabalha com três matérias-primas, denominada por Bulhões, Totoró e Santa Cruz, extraídas, de diferentes regiões do RN.

Ao todo, foram coletadas quatro amostras, sendo que as três matérias-primas foram coletas no pátio da indústria para serem analisadas na UFRN.



Figura 66 – Identificação da empresa

4.6.2 Dados Gerais

A tabela 29 a seguir identifica todos os dados relativos da Empresa de Cerâmica Vermelha Santa Luzia, de propriedade do Sr. Josivan Araújo Dantas que produz atualmente 800.000 unidades por mês de telha colonial e 80.000 unidades de tijolos de 8 furos.

Tabela 29 – Dados gerais da cerâmica

CERÂMICA	Santa Luzia		LOCALIZAÇÃO	C. dos Dantas-RN
PROPRIETÁRIO	Josivan Araújo Dantas			
CNPJ	03.460.222/0001-85		INSCRIÇÃO ESTADUAL	
PRODUÇÃO				
PRODUTO 1	Telha colonial	QUANTIDADE	800 milheiros/mês	
PRODUTO 2	Tijolo 8F	QUANTIDADE	80 milheiros/mês	
MATÉRIAS-PRIMAS: INFORMADA				
Nº	NOME	LOCALIZAÇÃO	TIPO	OBSERVAÇÕES
1	Bulhões	Acari	Não-Plástica	Apenas a matéria-prima “as cruz” não foi coletada.
2	Totoró	Currais Novos	Plástica	
3	Cauaçu	Cruzeta	Plástica	
4	As cruz	Santa Cruz	Plástica	
MATÉRIAS-PRIMAS: COLETADA				
Nº	NOME	LOCALIZAÇÃO	TIPO	OBSERVAÇÕES
1	Bulhões (C3-1)	Acari	Não-Plástica	A matéria-prima Santa Cruz é proveniente do açude Santa Rita.
2	Totoró (C3-2)	Currais Novos	Plástica	
3	Santa Cruz (C3-3)	Santa Cruz	Plástica	
4	Mistura (C3-M)	Totoró (25%) / Santa Cruz (25%)/Bulhões(50%)		

PROCESSO PRODUTIVO			
QUANTIDADE	EQUIPAMENTO	QUANTIDADE	EQUIPAMENTO
1	Desintegrador	1	Marromba (extrusora)
1	Misturador simples	1	Cortador
1	Laminador não acoplado	4	Fornos tipo caipira

4.6.3 Fluxograma de produção

A Empresa de Cerâmica Vermelha Santa Luzia, para produzir tijolos de 08 furos nas dimensões de 9x19x19 e Telhas Coloniais adota um processo de produção mostrado na Figura 67 a seguir.

Para atender a variação de produtos a empresa procede à troca de matrizes de acordo com a necessidade, permitindo assim atender a produção necessária em função da demanda com um mesmo conjunto de equipamentos. Considerando o fluxo adotado, embora seja um processo que corresponde ao melhor método de produção, mas isso não nos permitir afirmar que seus produtos sejam de ótima qualidade.

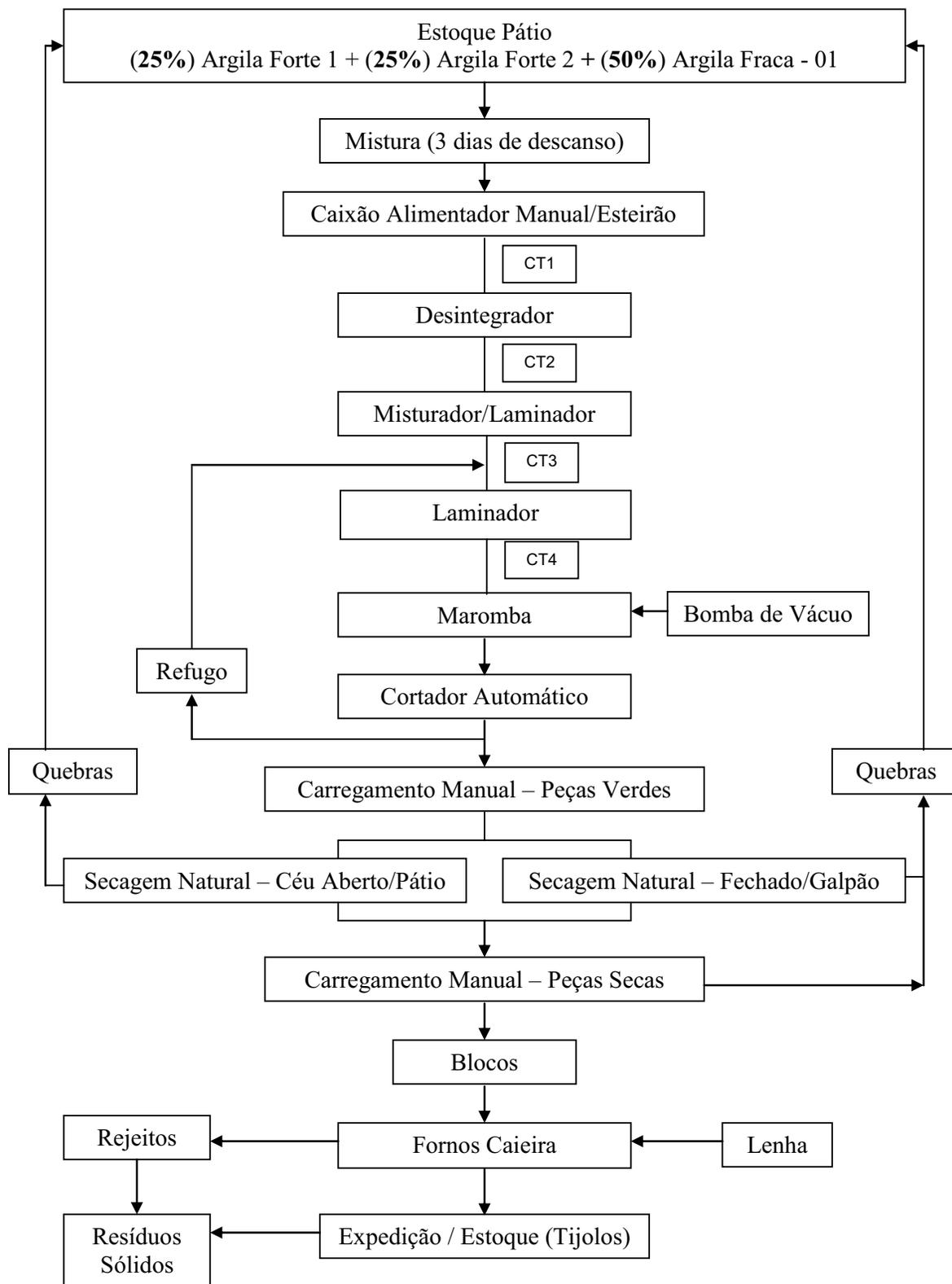


Figura 67 – Fluxograma do processo de fabricação de Tijolos e Telhas

4.6.4 Estocagem e Mistura

Além das matérias-primas separadas, foi coletada, na entrada da extrusora, a mistura atualmente utilizada pela indústria, a qual era utilizada na proporção de 25 % da matéria-prima Totoró, 25 % da matéria-prima Santa Cruz e 50 % da matéria-prima Bulhões.

As matérias-primas coletadas foram colocadas em um recipiente fechado e identificadas com as seguintes nomenclaturas: C3-1 (Bulhões), C1-2 (Totoró), C3-3 (Santa Cruz) e C3-M (Mistura). A Figura 68 a seguir identifica o fluxo produtivo e a Figura 69 identifica o produto final.



Foto 1 - Entrada principal



Foto 2 - Argila Forte – Santa Cruz



Foto 3 - Argila Forte - São Vicente_Florânia



Foto 4 - Argila Forte - Veios de Cruzeta sobre de São Vicente



Foto 5 - Argila Forte – Veios de Itaperoa_São Vicente



Foto 6 - Argila Forte - Veios de Cruzeta sobre de Santa Cruz



Foto 7 - Argila Forte Santa Cruz São Vicente_Florânia



Foto 8 - Argila Fraca - Acari_Ramada



Foto 9 - Argila Fraca - Currais Novos



Foto 10 - Argila Fraca –
Currais Novos Acari



Foto 11 - Mistura -
5 dias de Descanso



Foto 12 - Alimentação Manual -
Misturador - Carro de Mão



Foto 13 - Misturador



Foto 14 - Despredador Rolos



Foto 15 - Laminador 2



Foto 16 - Maromba_Extrusora



Foto 17 - Bomba de Vácuo



Foto 18 - Cortador Automático



Foto 19 - Cortador
Automático Esteira



Foto 20 - Carregamento Manual
Peças Verdes



Foto 21 - Secagem
Natural-Céu aberto



Foto 22 - Secagem Natural
Céu aberto_Pátio



Foto 23 - Secagem Natural
-Galpão1



Foto 24 - Secagem Natural-
Galpão Prateleiras



Foto 25 - Carragamento Manual



Foto 26 - Forno_Enforna



Foto 27 - Forno_Queima



Foto 28 - Forno_Desenforma



Foto 29 - Estoque_Telhas de primeira



Foto 30 - Estoque_Telhas de segunda



Foto 31 - Estoque_Tijolos



Foto 32 - Estoque de Lenha_Forno



Foto 33 - Fornos_Entrada de Lenha_Ventulina

Figura 68 – Fluxograma fotográfico do processo de fabricação



C3 - 1 e 2



C3 - 3 e 4



C3 - 5 e 6



C3 - 7 e 8

Figura 69 – Telhas Sinterizadas

NOTA: As demais cerâmicas que fazem parte da caracterização da área de estudo que compõem a Região do Seridó-RN, encontra-se em documento CD anexo a tese.

4.7 CONCLUSÕES DAS CARACTERÍSTICAS ESTUDADAS DAS AMOSTRAS DAS INDÚSTRIAS DE CERÂMICA VERMELHA QUE FAZEM PARTE DA REGIÃO DO SERIDÓ -RN

Nesta fase dos estudos serão apresentadas as conclusões a partir das discussões dos diversos resultados das características químicas, mineralógicas, propriedades tecnológicas e análises realizadas nas massas cerâmicas e nos corpos de prova.

A caracterização química e mineralógica das argilas estudadas revela tratar-se de argilas com características distintas com relação à plasticidade. Com relação às diversas composições das misturas das massas argilosas, podemos concluir que as propriedades cerâmicas apresentaram uma relação direta de proporcionalidade com o aumento da fração da argila não plástica. No entanto, as composições das massas estudadas mostraram-se as mais adequadas para os tipos de argilas simuladas para aplicação em cerâmica.

No processamento cerâmico adotado, possibilitou obterem-se produtos que resultaram em propriedades compatíveis e, em alguns casos, até superiores as exigências das normas técnicas e estudos de argilas padrão-brasileiras para a obtenção de produtos de cerâmica, tais como, telha, tijolos e lajotas para piso.

Tendo como base às discussões realizadas a partir dos resultados obtidos nas diversas etapas de processamento deste trabalho, podem-se elaborar conclusões de acordo com as características físico-químicas e mineralógicas das matérias-primas, das propriedades cerâmicas dos produtos queimados e das análises. Estas conclusões são as seguintes.

4.7.1 Resultados das Cerâmicas da Região do Seridó-RN – Procedimento Aplicado para todas as Cerâmicas

Todos os resultados obtidos das análises realizados nas amostras das indústrias cerâmicas que fazem parte da Região do Seridó no Rio Grande do Norte, e participaram das pesquisas para a realização deste estudo, os quais foram determinados experimentalmente a partir da coleta de dados e informações conforme os métodos de processamento cerâmico sugeridos na literatura corrente, as quais estão descritas detalhadamente a seguir:

4.7.1.1 Cerâmicas Produtoras de Telha Colonial

A tabela 30 a seguir relaciona as empresas produtoras de Telha Colonial, as quais serão apresentadas os estudos das análises efetuadas, como se segue.

Tabela 30 – Principais fabricantes de telha colonial da Região do Seridó/RN

CERÂMICAS
J. A. Dantas
Genilson Medeiros – Cerâmica Ramada
Cerâmica Araújo
Cerâmica Nossa Sra. da Guia Chico de Keka
Cerâmica São Francisco
Cerâmica Ezequiel
Cerâmica Zacarias
Cerâmica Bom Jesus
Cerâmica Espírito Santo
Cerâmica Rio Piranhas
Cerâmica Novo Mundo
Cerâmica União I
Cerâmica Cruzeta

4.7.1.2 Cerâmica Produtora J. A. Dantas

1. Análise química das Matérias-Primas.

A Tabela 31 a seguir, contém os resultados da composição química, expressa na forma de óxidos, dos principais constituintes das matérias-primas estudadas.

Tabela 31 – Análise química semi-quantitativa das matérias-primas

	SiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	CaO	K₂O	MgO	BaO	MnO	TiO₂	Outros
C1-1	46,93	26,80	12,71	1,94	3,46	3,76	0,62	0,17	1,53	2,08
C1-2	45,34	27,64	12,40	1,84	4,52	2,81	0,53	0,23	1,64	3,05

Com os resultados da Tabela 31 observa-se que o elevado teor de óxido de silício (SiO₂) das matérias-primas C1-1 e C1-2 deve-se à presença de quartzo (SiO₂), e outros minerais argilosos e não-argilosos que possuem o silício na sua composição química. O óxido de alumínio (Al₂O₃) que geralmente é associado à presença do mineral caulinita também esteve presente. O teor de óxido de ferro (Fe₂O₃) é considerado elevado e responsável pela coloração avermelhada do material após queima. Os óxidos de cálcio (CaO) e de magnésio (MgO), os quais têm efeito fundente moderado em temperaturas de queima abaixo de 1100 °C, somam 5,70 % na C1-1 e

4,65 % na C1-2. Esses óxidos, geralmente, são provenientes da calcita, dolomita e gipsita. O óxido de sódio (Na_2O) não foi quantificado, enquanto o óxido de potássio (K_2O), geralmente presentes nos feldspatos, o qual tem um efeito fundente intenso abaixo de $1100\text{ }^\circ\text{C}$ foi quantificado nas matérias-primas C1-1 e C1-2, em 3,46 % e 4,52%, respectivamente.

2. Análise Mineralógica das Matérias-Primas.

A Figura 70 a seguir, contém os difratogramas das matérias-primas estudadas.

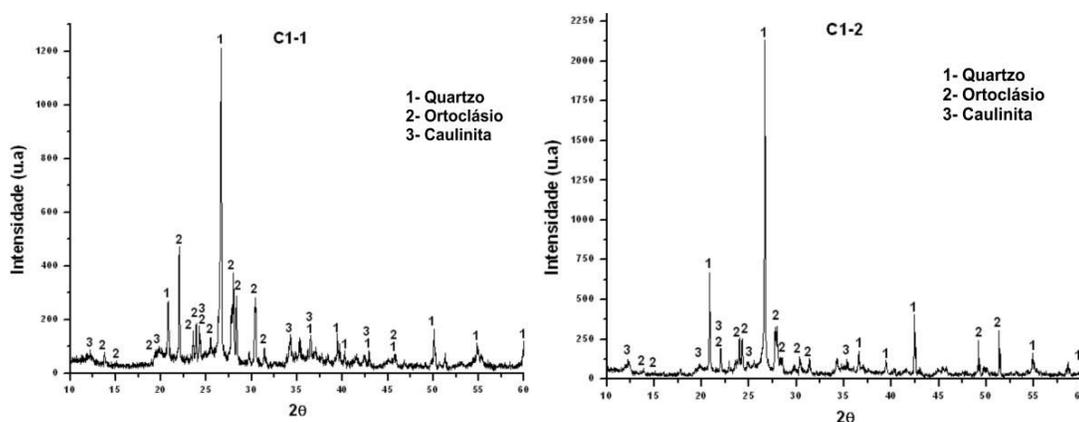


Figura 70 – Difratograma das matérias-primas

De acordo com a Figura 70, observa-se que o único mineral argiloso detectado por difração de raios X foi a caulinita na matéria-prima C1-2, enquanto os minerais não-argilosos foram: quartzo, ortoclásio e caulinita na matéria-prima C1-1 e quartzo e ortoclásio na matéria-prima C1-2. Entre os minerais não argilosos encontrados, a caulinita, um silicato hidratado de magnésio do grupo dos filossilicatos e normalmente associada à calcita ou serpentina, é o único mineral que não é frequentemente encontrado.

Com esses resultados, é possível prever que a matéria-prima C1-2 apresentará uma maior plasticidade e uma menor distribuição de tamanho de partículas do que a amostra C1-1.

Com relação às formulações entre essas duas matérias-primas, é provável que o aumento do teor da matéria-prima C1-2 proporcionará uma maior retração e um

aumento da perda de massa ao fogo, e conseqüentemente uma menor absorção de água, porosidade e maior massa específica aparente.

3. Análise Térmica Diferencial

A Figura 71 a seguir, contém as curvas da análise térmica diferencial das matérias-primas estudadas. Este resultado comprova os resultados obtidos anteriormente e mostram os intervalos de temperaturas onde ocorrem as principais reações nas matérias-primas. Observa-se que a matéria-prima C1-1 por conter uma maior variedade de minerais argilosos apresentou uma curva termodiferencial mais acentuada.

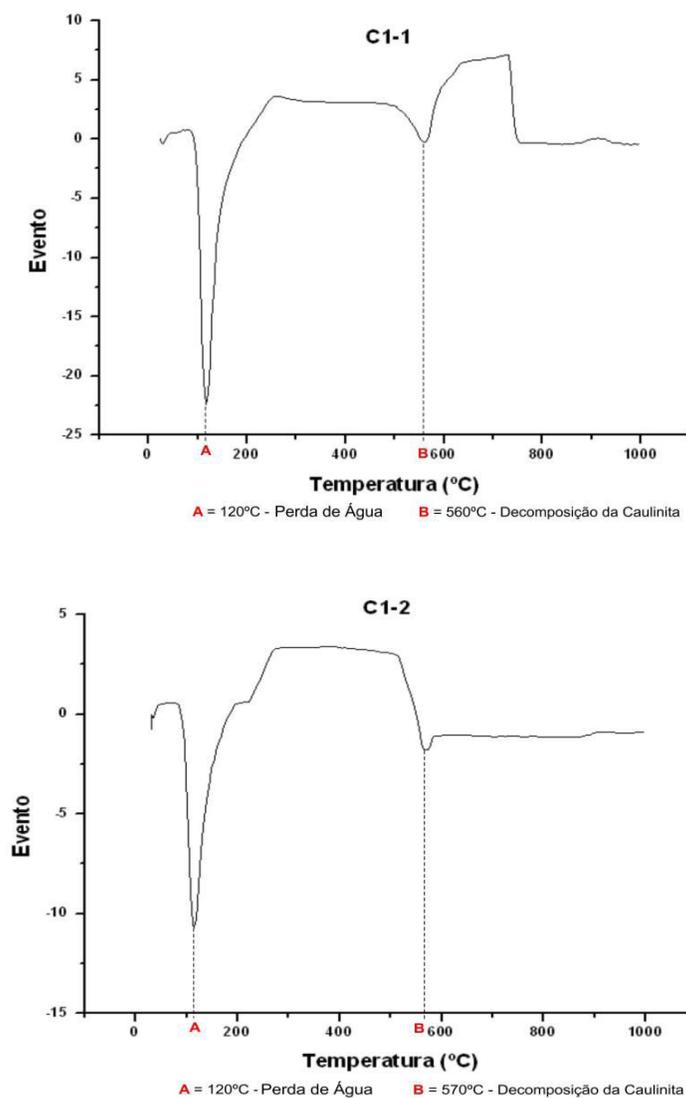


Figura 71 – Curvas termodiferenciais

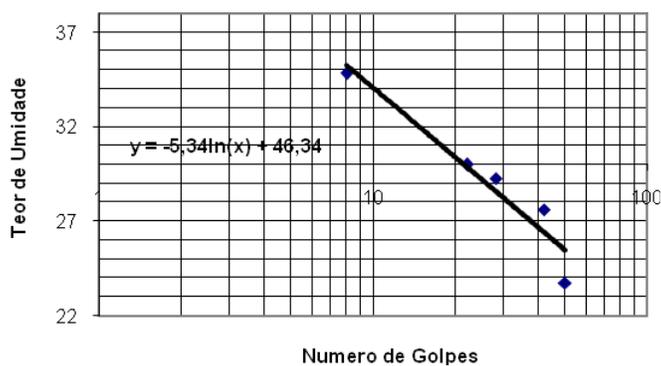
4. Índice de Plasticidade

A Tabela 32 a seguir apresenta os resultados dos limites de liquidez e do limite de plasticidade da matéria-prima C1-2. A matéria-prima C1-1 não obteve plasticidade.

Tabela 32 – Limite de liquidez e limite de plasticidade da matéria-prima C1-2

1	Cápsula nº	58	29	72	87	6
2	Nº de golpes	8	22	28	42	50
3	Peso bruto úmido	14,39	10,58	11,31	11,38	9,77
4	Peso bruto seco	12,44	9,74	10,21	10,51	9,15
5	Tara da cápsula	6,84	6,94	6,45	7,36	6,54
6	Peso da água	1,95	0,84	1,10	0,87	0,62
7	Peso do solo seco	5,60	2,80	3,76	3,15	2,61
8	Umidade	34,82	30,00	29,26	27,62	23,75

Limite de Liquidez



LIMITE DE LIQUIDEZ		29,15				
1	Cápsula nº	100	91	27	4	5
2	Peso bruto úmido	8,50	9,01	8,61	9,31	8,96
3	Peso bruto seco	8,16	8,60	8,24	8,95	8,55
4	Tara da cápsula	6,59	6,80	6,80	7,35	6,82
5	Peso da água	0,34	0,41	0,37	0,36	0,41
6	Peso do solo seco	1,57	1,80	1,44	1,60	1,73
7	Umidade	21,66	22,78	25,69	22,50	23,70
LIMITE DE PLASTICIDADE		22,99				

C1-2: Índice de plasticidade (IP): $IP = LL - LP = 29,2 - 23,0 = 6,2$

5. Análise Granulométrica

A Figura 72 a seguir, contém a curva granulométrica das matérias-primas estudadas.

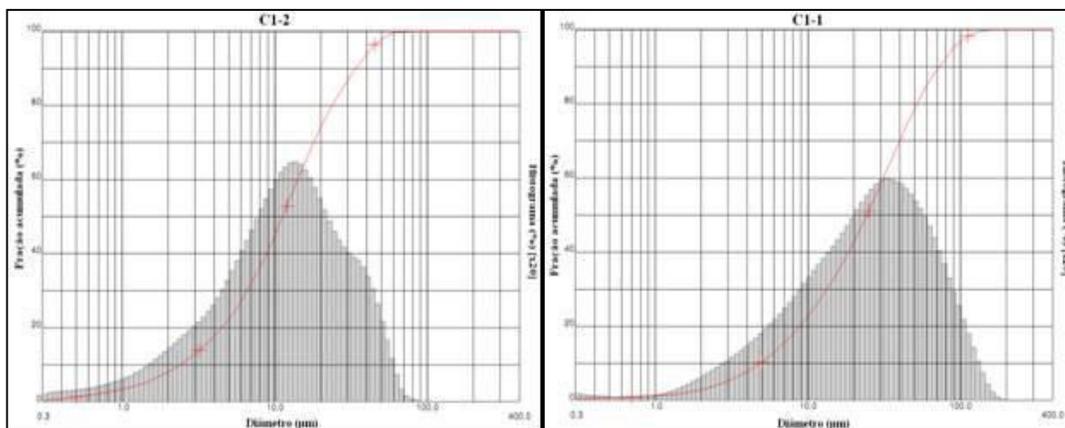


Figura 72 – Análise granulométrica das matérias-primas

De acordo com a Figura 72, observa-se que a matéria-prima C1-1 apresenta uma granulometria mais elevada, com maior teor de silte, do que a matéria-prima C1-2. Apesar desta diferença as matérias-primas possuem uma distribuição de tamanho de partículas bastante semelhante.

6. Propriedades Tecnológicas da Mistura

A Tabela 33 a seguir, apresenta os resultados das propriedades tecnológicas das misturas. Observa-se o efeito da temperatura de queimas nas propriedades. De acordo com os resultados, a formulação atual pode ser utilizada para fabricação de blocos (tijolos) e telhas.

Tabela 33 – Propriedades tecnológicas da massa coletada na cerâmica

	TU	RLs	RF	PF	RLq	AA	PA	MEA	T
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(g/cm ³)	(°C)
Média	9,1	0,4	2,1	4,1	-0,8	12,0	26,0	1,9	850
<i>DP</i>	<i>0,1</i>	<i>0,0</i>	<i>0,1</i>	<i>0,1</i>	<i>0,1</i>	<i>0,1</i>	<i>0,2</i>	<i>0,0</i>	
Média	9,1	0,4	2,1	4,5	-0,8	12,0	25,7	1,9	950
<i>DP</i>	<i>0,2</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,2</i>	<i>0,1</i>	<i>0,1</i>	<i>0,3</i>	<i>0,0</i>	
Média	9,0	0,5	2,1	4,7	-0,1	10,7	23,4	2,0	1050
<i>DP</i>	<i>0,2</i>	<i>0,2</i>	<i>0,0</i>	<i>0,1</i>	<i>0,0</i>	<i>0,2</i>	<i>0,3</i>	<i>0,0</i>	

TU- teor de umidade, RLs - retração linear de secagem, MEA - massa específica aparente, PF - perda ao fogo, RLq- retração linear de queima, AA- Absorção de água, PA - porosidade aparente, RF – Retração a Flexão, T – temperatura.

7. Formulações Desenvolvidas

A Tabela 34 a seguir apresenta as formulações desenvolvidas para estudo, envolvendo as matérias-primas que a indústria utiliza. Atualmente a indústria utiliza a formulação “D”.

Tabela 34 – Formulação desenvolvida para estudo

F4	C1-1	C1-2
A	100	0
B	75	25
C	66	33
D	50	50
E	33	66
F	25	75
G	0	100

A Tabela 35 a seguir apresenta os resultados das propriedades tecnológicas para as formulações que foram possíveis desenvolver. As formulações “A” e “G” não foram testadas, por não permitir sua conformação.

Tabela 35 – Propriedades tecnológicas estudadas

B									
	TU	RLS	RF	PF	RLq	AA	PA	MEA	T
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(g/cm ³)	(°C)
Média	8,7	0,3	2,0	3,8	-1,3	14,7	31,0	1,8	850
<i>DV</i>	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	2,0	4,2	0,0	
Média	8,5	0,3	2,0	4,1	-1,1	15,1	32,1	1,8	950
<i>DV</i>	0,4	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,0	
Média	8,0	0,3	2,0	4,4	-0,8	14,7	31,2	1,8	1050
<i>DV</i>	0,6	0,1	0,0	0,5	0,3	1,1	1,7	0,1	
C									
Média	9,2	0,4	2,1	4,9	-0,6	13,9	30,2	1,9	850
<i>DV</i>	0,3	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,0	
Média	9,1	0,3	2,0	5,1	-0,5	14,4	31,1	1,9	950
<i>DV</i>	0,5	0,1	0,1	0,1	0,0	0,4	0,6	0,0	
Média	9,5	0,3	2,0	4,5	-0,8	14,3	30,4	1,8	1050
<i>DV</i>	0,2	0,1	0,0	0,1	0,2	0,8	1,7	0,0	
D									
Média	8,7	0,3	2,0	4,6	-0,9	14,5	31,1	1,8	850
<i>DV</i>	0,5	0,1	0,0	0,2	0,1	0,3	0,6	0,0	
Média	9,1	0,3	2,0	4,7	-0,7	14,5	31,2	1,8	950
<i>DV</i>	0,3	0,1	0,0	0,1	0,1	0,4	0,7	0,0	
Média	9,0	0,3	2,0	4,7	-0,1	13,4	29,1	1,9	1050
<i>DV</i>	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	

E									
Média	9,2	0,4	2,1	4,9	-0,6	13,9	30,2	1,9	850
DV	0,3	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,0	
Média	9,1	0,3	2,0	5,1	-0,5	14,4	31,1	1,9	950
DV	0,5	0,1	0,1	0,1	0,0	0,4	0,6	0,0	
Média	9,3	0,2	1,5	5,3	0,1	13,1	21,6	1,4	1050
DV	0,3	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,5	0,0	
F									
Média	9,3	0,5	2,0	5,3	-0,6	13,8	30,0	1,9	850
DV	0,4	0,1	0,0	0,2	0,1	0,3	0,5	0,0	
Média	10,2	0,4	2,0	5,3	-0,4	14,2	30,9	1,9	950
DV	0,1	0,2	0,0	0,1	0,3	0,4	0,6	0,0	
Média	9,7	0,5	2,0	5,3	0,3	13,0	28,4	1,9	1050

TU – teor de umidade, RLs – retração linear de secagem, MEA – massa específica aparente, PF – perda ao fogo, RLq – retração linear de queima, AA – Absorção de água, PA – porosidade aparente, RF – Retração a Flexão, T – temperatura.

De acordo com os resultados da Tabela 34, observa-se que, com o aumento da quantidade da matéria-prima plástica (C1-2) em relação à matéria-prima não-plástica (C1-1) ocorre um pequeno aumento da retração linear, da perda de massa ao fogo, da massa específica aparente e uma pequena diminuição da absorção de água e porosidade do material.

Considerando que a perda de massa de uma matéria-prima argilosa deve-se as transformações químicas e físicas que ocorre no material quando submetidas a elevadas temperaturas, observa-se que a perda de massa em relação ao aumento de temperatura é crescente para todas as formulações.

Com relação à porosidade aparente, a qual quantifica a porosidade aberta do material, seu resultado está associado à absorção de água. Observa-se que o comportamento da porosidade aparente é o mesmo da absorção de água, ou seja, o aumento da temperatura proporcionou uma diminuição da porosidade do material.

8. Curvas de Gresificação

A Figura 73 a seguir, contém as curvas de Gresificação construídas a partir das formulações desenvolvidas.

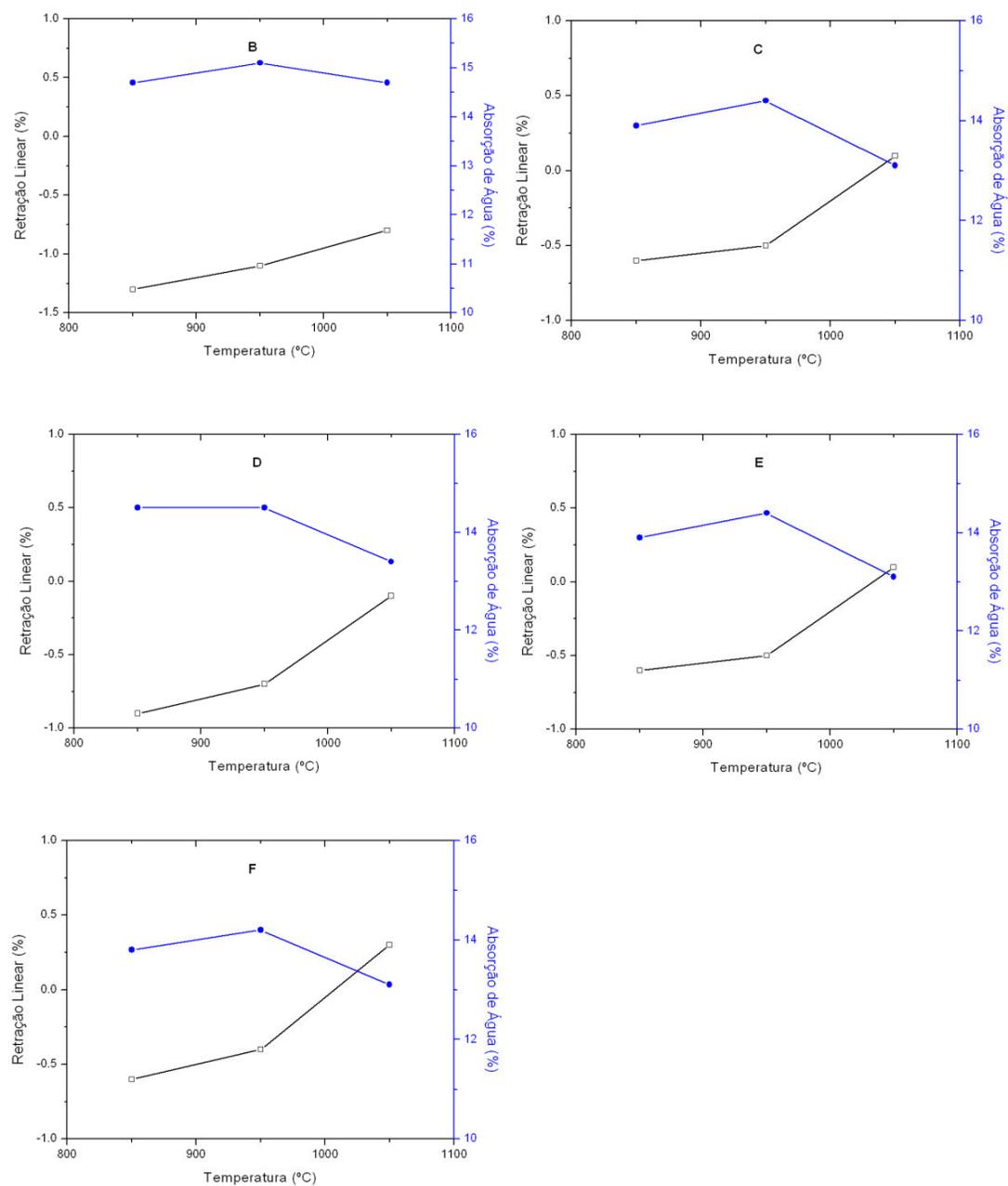


Figura 73 – Curvas de Gresificação das formulações B, C, D, E, F desenvolvidas

De acordo com as curvas de Gresificação da Figura 73, observa-se que ocorreu pouca variação nos resultados, ou seja, o comportamento de cada curva é bem parecido.

No entanto, nota-se que a elevação da temperatura provocou uma pequena diminuição da absorção de água. A retração linear aumentou com a temperatura e com a menor quantidade da matéria-prima C1-2. Observa-se que a formulação “B”, em todas as temperaturas, apresentou menor retração, inclusive com valores negativos, ou seja, o material sofreu expansão. Este comportamento está coerente com as características físicas e químicas da matéria-prima AB, a qual apresentou elevado percentual de silte e predominância de materiais acessórios, principalmente o quartzo.

4.7.1.3 Cerâmicas Produtoras de Tijolos

A tabela 36 a seguir relaciona a empresa produtora de Tijolos, a qual será apresentada o estudo das análises efetuadas, como se segue.

Tabela 36 – Principal fabricante de tijolo da Região do Seridó/RN

Cerâmica	Colaboradores	Produto	Produção	
Cerâmica Nossa Senhora dos Impossíveis	21	Tijolo	Mensal	600.000

4.6.1.4 Cerâmica Produtora Nossa Senhora dos Impossíveis

1. Análise química das Matérias Primas

A Tabela 37 a seguir contém os resultados da composição química, expressa na forma de óxidos, dos principais constituintes da matéria-prima estudada.

Tabela 37 – Análise química semi-quantitativa da matéria-prima

	SiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	CaO	K₂O	MgO	BaO	MnO	TiO₂	Outros
C2-1	47,31	28,71	10,38	1,88	4,43	3,30	0,54	0,22	1,48	1,75
AB	57,23	24,42	5,53	3,72	2,55	1,49	-	0,12	1,74	3,20
AT	50,58	25,27	11,71	2,70	3,38	1,92	0,11	0,15	1,61	2,59

Com os resultados da Tabela 37, observa-se que o elevado teor de óxido de silício (SiO₂) da matéria-prima deve-se à presença de quartzo (SiO₂), e outros minerais argilosos e não-argilosos que possuem o silício na sua composição química. O óxido de alumínio (Al₂O₃) que geralmente é associado à presença do mineral caulinita também esteve presente em moderada concentração. O teor de óxido de ferro (Fe₂O₃) de 10,38 % é considerado elevado e responsável pela coloração avermelhada do material após queima. Os óxidos de cálcio (CaO)

e de magnésio (MgO), os quais têm efeito fundente moderado em temperaturas de queima abaixo de 1100 °C, somam 5,18 %. Esses óxidos, geralmente, são provenientes da calcita, dolomita ou gipsita. O óxido de sódio (Na₂O) não foi quantificado, enquanto o óxido de potássio (K₂O), geralmente presentes nos feldspatos, o qual tem um efeito fundente intenso abaixo de 1100 °C foi quantificado com o teor de 4,43 %.

Com relação à análise química das matérias-primas coletadas nas jazidas, observa-se que a matéria-prima AB apresenta um teor de óxido de silício e baixo teor de óxido de alumínio e óxido de ferro.

2. Análise Mineralógica das Matérias Primas

A Figura 74 a seguir, contém o difratograma da matéria-prima coletada.

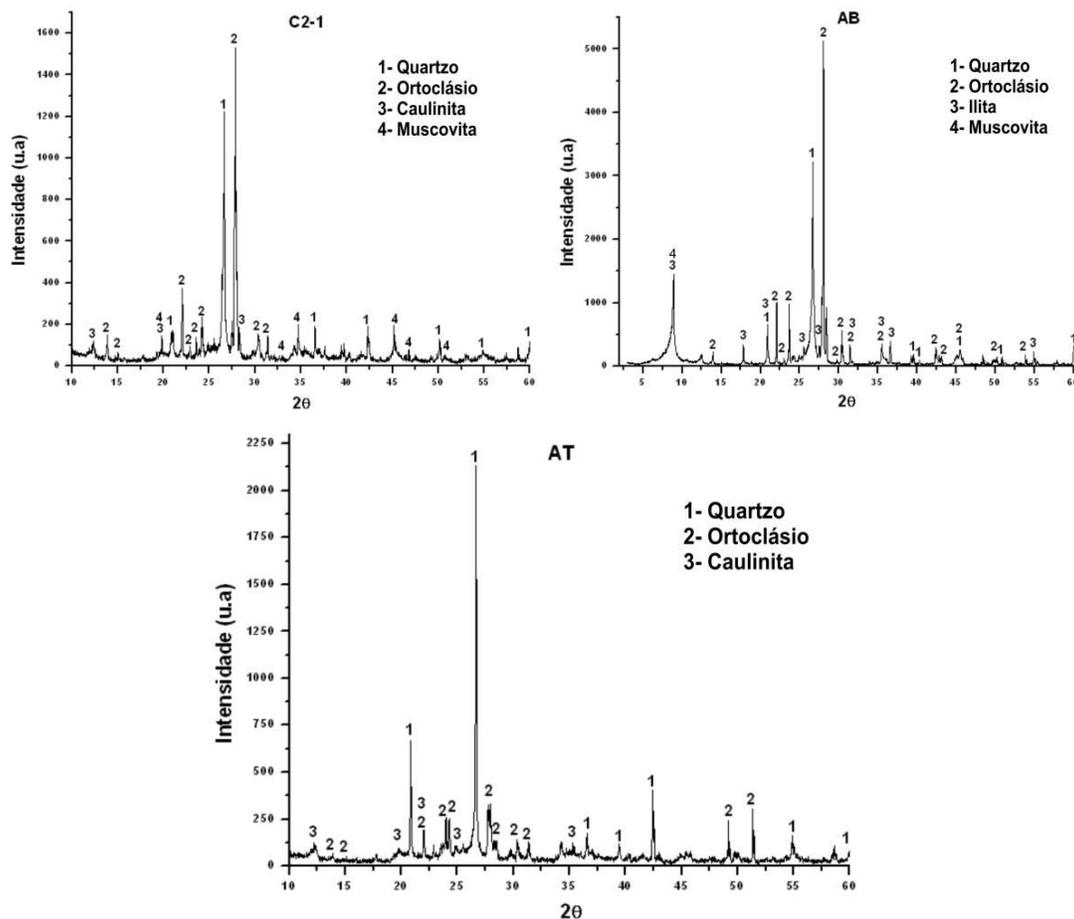


Figura 74 – Difratograma das matérias-primas

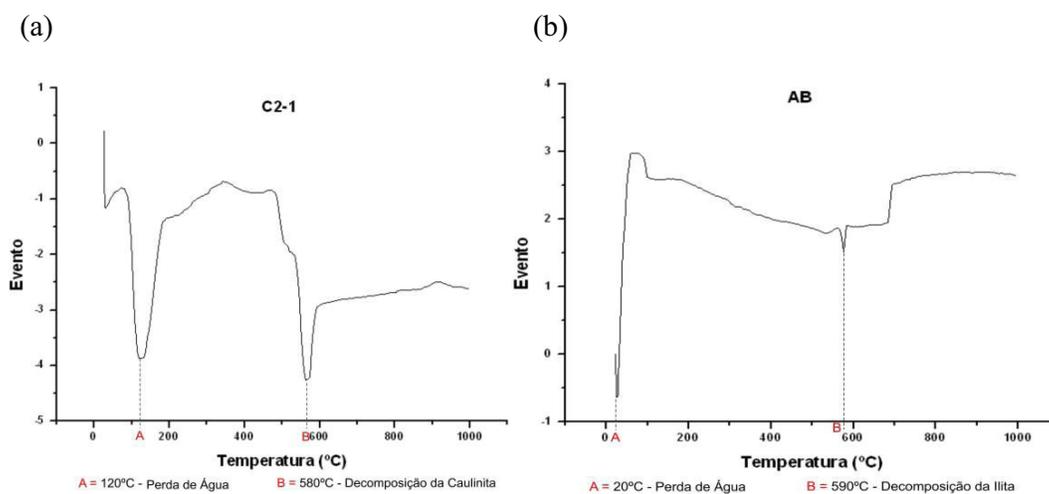
De acordo com a Figura 74, observa-se que os minerais argilosos detectados por difração de raios X foram: caulinita nas matérias-primas C2-1 e AT e illita na matéria-

prima AB, enquanto que os minerais não-argilosos foram: quartzo, ortoclásio e muscovita nas matérias-primas C2-1 e AB quartzo e ortoclásio na matéria-prima AT. A presença da muscovita, associada à presença de quartzo nas matérias-primas C2-1 e AB é importante na utilização destes materiais com redutores de retração e de plasticidade.

Com esses resultados, é possível prever que a matéria-prima AT apresentará uma maior plasticidade e uma menor distribuição de tamanho de partículas do que a amostra AB. Com relação às formulações entre essas duas matérias-primas, o aumento do teor da matéria-prima AT proporcionará uma maior retração e aumento da perda de massa ao fogo, e conseqüentemente uma menor absorção de água, e maior massa específica aparente.

3. Análise Térmica Diferencial

A Figura 75 a seguir contém a curva da análise térmica diferencial da matéria-prima estudada. Este resultado comprova os resultados obtidos anteriormente e mostram os intervalos de temperaturas onde ocorrem as principais reações nas matérias-primas. Observa-se a amostra C2-1 apresentou um pico endotérmico (ENDO) antes de 100 °C, referente à eliminação da água absorvida na superfície da matéria-prima. O pico exotérmico (EXO) entre 960°C e 1000°C característico da caulinita, o qual está associado à formação do espinélio Si-Al.



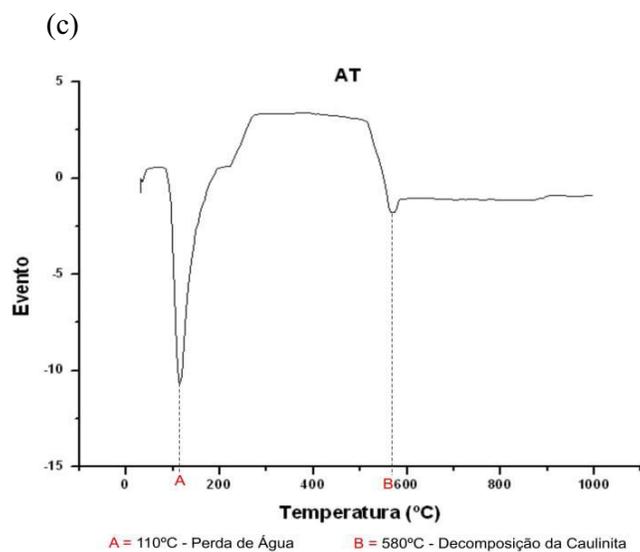


Figura 75 – Curvas termodiferenciais (a), (b) e (c)

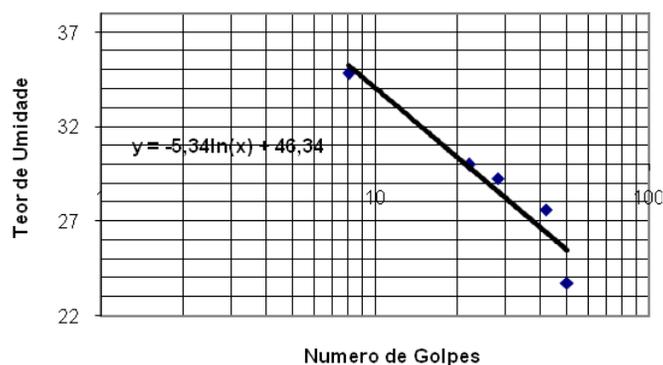
4. Índice de Plasticidade

As matérias-primas C2-1 e AB não apresentaram plasticidade. A Tabela 38 a seguir apresenta os resultados dos limites de liquidez e do limite de plasticidade da matéria-prima AT.

Tabela 38 – Limite de liquidez e limite de plasticidade da matéria-prima AT.

1	Cápsula nº	58	29	72	87	6
2	Nº de golpes	8	22	28	42	50
3	Peso bruto úmido	14,39	10,58	11,31	11,38	9,77
4	Peso bruto seco	12,44	9,74	10,21	10,51	9,15
5	Tara da cápsula	6,84	6,94	6,45	7,36	6,54
6	Peso da água	1,95	0,84	1,10	0,87	0,62
7	Peso do solo seco	5,60	2,80	3,76	3,15	2,61
8	Umidade	34,82	30,00	29,26	27,62	23,75

Limite de Liquidez



LIMITE DE LIQUIDEZ		29,15				
1	Cápsula nº	100	91	27	4	5
2	Peso bruto úmido	8,50	9,01	8,61	9,31	8,96
3	Peso bruto seco	8,16	8,60	8,24	8,95	8,55
4	Tara da cápsula	6,59	6,80	6,80	7,35	6,82
5	Peso da água	0,34	0,41	0,37	0,36	0,41
6	Peso do solo seco	1,57	1,80	1,44	1,60	1,73
7	Umidade	21,66	22,78	25,69	22,50	23,70
LIMITE DE PLASTICIDADE		22,99				

C1-2: Índice de plasticidade (IP): $IP = LL - LP = 29,2 - 23,0 = 6,2$

5. Análise Granulométrica

A Figura 76 a seguir, contém a curva granulométrica da matéria-prima estudada.

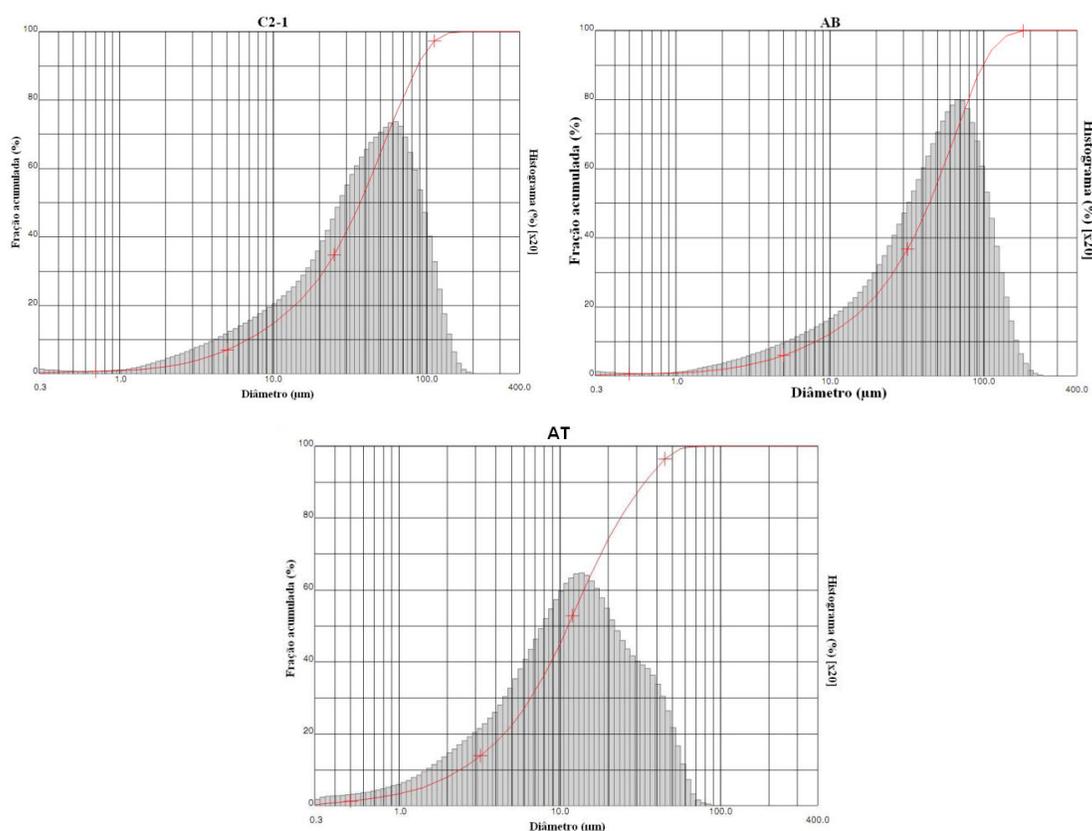


Figura 76 – Análise granulométrica da matéria-prima

De acordo com a Figura 73 observa-se que a matéria-prima C2-1 apresenta uma granulometria maior com elevado teor de silte e baixa quantidade de argila. Este comportamento comprova que esta matéria-prima possui uma elevada quantidade de matérias-primas não-argilosas. Observa-se também que a distribuição granulométrica da

matéria-prima AT é bem diferente da distribuição granulométrica da matéria-prima AB. A matéria-prima AB apresenta uma granulometria mais grossa, com maior teor de silte e pequena concentração de argila. Diferentemente, a matéria-prima AT que possui uma distribuição de tamanho de partículas na fração argila próxima a 15 %. Este teor de argila justifica a plasticidade desenvolvida por esta matéria-prima.

6. Propriedades Tecnológicas da Mistura

A Tabela 39 a seguir apresenta os resultados das propriedades tecnológicas das misturas. Observa-se o efeito da temperatura de queimas nas propriedades. De acordo com os resultados, a formulação atual pode ser utilizada para fabricação de blocos (tijolos) e telhas.

Tabela 39 – Propriedades tecnológicas da massa coletada na cerâmica

	TU	RLs	MEA	PF	RLq	AA	PA	MEA	T
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(g/cm ³)	(°C)
Média	10,4	0,4	2,1	3,9	-0,5	11,0	24,2	2,0	850
<i>DP</i>	<i>0,2</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,1</i>	<i>0,1</i>	<i>0,2</i>	<i>0,4</i>	<i>0,0</i>	
Média	10,4	0,5	2,1	4,1	-0,5	11,0	24,0	2,0	950
<i>DP</i>	<i>0,3</i>	<i>0,2</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,1</i>	<i>0,1</i>	<i>0,2</i>	<i>0,0</i>	
Média	10,3	0,7	2,1	4,3	-0,1	9,9	21,8	2,0	1050
<i>DP</i>	<i>0,2</i>	<i>0,1</i>	<i>0,0</i>	<i>0,1</i>	<i>0,2</i>	<i>0,2</i>	<i>0,4</i>	<i>0,0</i>	

TU- teor de umidade, RLs - retração linear de secagem, MEA - massa específica aparente, PF - perda ao fogo, RLq- retração linear de queima, AA- Absorção de água, PA - porosidade aparente, RF – Retração a Flexão, T – temperatura.

7. Formulações Desenvolvidas

A Tabela 40 a seguir apresenta as formulações desenvolvidas para estudo, envolvendo as matérias-primas que a indústria utiliza, sendo AB (Bulhões) e AT (Totoró).

Tabela 40 – Formulação desenvolvida para estudo

F2	AB	AT
A	100	0
B	75	25
C	66	33
D	50	50
E	33	66
F	25	75
G	0	100

A Tabela 41 a seguir apresenta os resultados das propriedades tecnológicas para as formulações que foram possíveis desenvolver. As formulações “A” “B” e “C” não apresentaram condições de serem conformadas.

Tabela 41 – Propriedades tecnológicas estudadas

	TU	RLS	RF	PF	RLq	AA	PA	MEA	T
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(g/cm ³)	(°C)
D									
Média	9,0	0,3	2,0	3,8	-1,2	14,2	29,8	1,8	850
DV	0,3	0,1	0,0	0,1	0,1	0,6	1,2	0,0	
Média	9,6	0,2	2,0	3,9	-1,0	14,0	29,4	1,8	950
DV	0,6	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,6	0,0	
Média	9,4	0,3	2,0	4,8	-0,8	14,6	30,6	1,8	1050
DV	0,4	0,1	0,0	0,5	0,1	0,5	0,9	0,0	
E									
Média	9,4	0,4	2,0	4,3	-0,8	13,6	29,0	1,8	850
DV	0,2	0,0	0,0	0,4	0,0	0,3	0,5	0,0	
Média	9,4	0,3	2,0	5,0	-0,8	13,6	29,1	1,8	950
DV	0,4	0,0	0,0	0,9	0,1	0,9	1,8	0,0	
Média	9,3	0,3	2,0	4,5	-0,2	13,1	28,3	1,9	1050
DV	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1	0,2	0,4	0,0	
F									
Média	9,1	0,6	2,0	4,3	-0,5	13,2	28,7	1,9	850
DV	0,5	0,2	0,0	0,3	0,2	0,2	0,5	0,0	
Média	9,5	0,5	2,0	4,4	-0,6	13,4	28,9	1,9	950
DV	0,4	0,1	0,0	0,2	0,1	0,2	0,3	0,0	
Média	9,8	0,6	2,0	4,5	0,0	12,5	27,3	1,9	1050
DV	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,0	
G									
Média	9,5	0,6	2,1	4,6	-0,3	12,5	27,7	1,9	850
DV	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	
Média	9,5	0,6	2,0	4,9	-0,3	12,5	27,6	1,9	950
DV	0,2	0,2	0,0	0,1	0,1	0,3	0,5	0,0	
Média	9,7	0,7	2,1	5,0	0,2	11,5	25,6	2,0	1050
DV	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,6	0,0	

TU- teor de umidade, RLS - retração linear de secagem, MEA - massa específica aparente, PF - perda ao fogo, RLq- retração linear de queima, AA- Absorção de água, PA - porosidade aparente, RF – Retração a Flexão, T – temperatura.

De acordo com os resultados da Tabela 41, observa-se que à medida que aumenta a matéria-prima plástica (Totoró) em relação a matéria-prima não-plástica (bulhões) ocorre um aumento da retração linear, da perda de massa ao fogo, da massa específica aparente e diminuição da absorção de água e porosidade do matéria.

Considerando que a perda de massa de uma matéria-prima argilosa deve-se as transformações químicas e físicas que ocorre no material quando submetidas a elevadas temperaturas, observa-se que a perda de massa em relação ao aumento de temperatura é crescente para todas as formulações.

A porosidade aparente quantifica a porosidade aberta do material, seu resultado está associado à absorção de água, observa-se que o comportamento da porosidade aparente é o mesmo da absorção de água, ou seja, o aumento da temperatura proporcionou uma diminuição da porosidade do material.

8. Curvas de Gresificação

A Figura 77 a seguir, contém as curvas de Gresificação construídas a partir das formulações desenvolvidas.

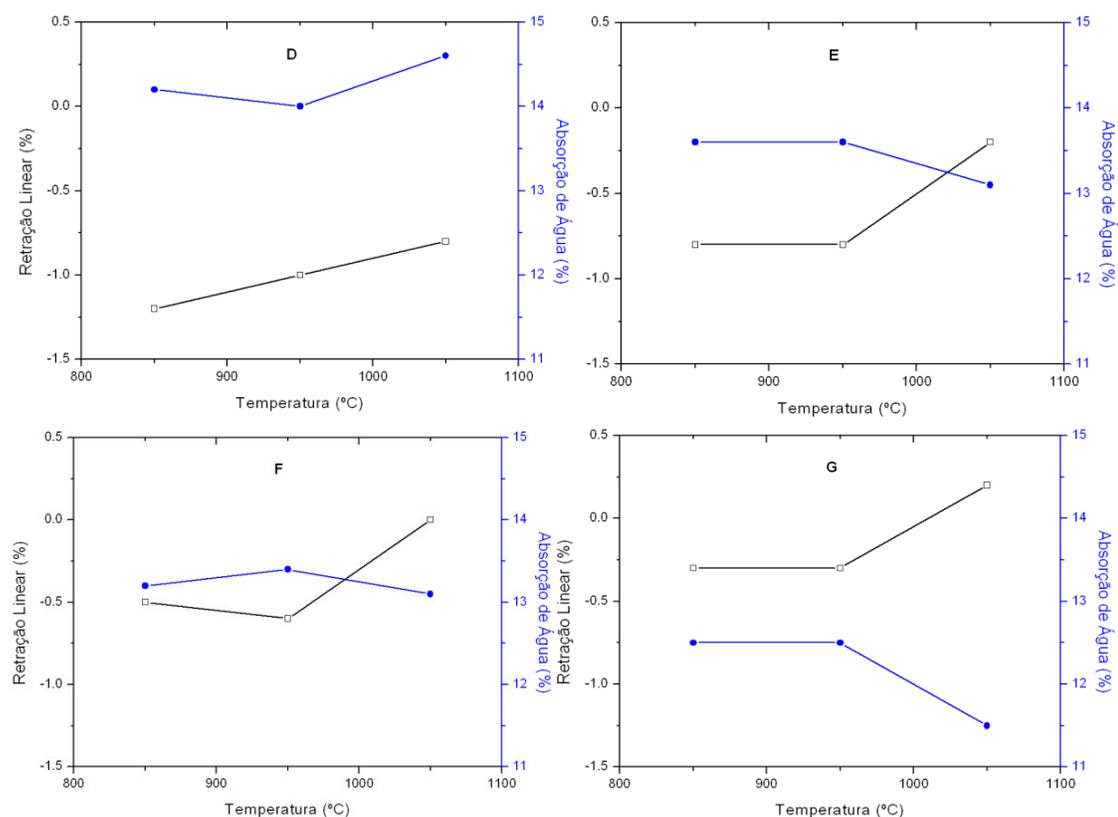


Figura 77 – Curvas de Gresificação das formulações D, E, F e G desenvolvidas

De acordo com as curvas de Gresificação da Figura 77, nota-se que a elevação da temperatura provocou uma diminuição da absorção de água, principalmente nas formulações “E”, “F” e “G” dependendo da quantidade de matéria-prima plástica. A retração aumentou com a temperatura e com a menor quantidade da matéria-prima Totoró. Com relação à retração linear, observa-se que a formulação “D”, em todas as temperaturas, apresentou menor retração, inclusive com valores negativos, ou seja, o

material sofreu expansão. Este comportamento está coerente com as características físicas e químicas da matéria-prima bulbões, a qual apresentou elevado percentual de silte e predominância de materiais acessórios, principalmente o quartzo.

4.6.1.5 Cerâmicas Produtoras de Tijolos e Telhas

A tabela 42 a seguir relaciona as empresas produtoras de Tijolos e Telhas a qual serão apresentadas os estudos das análises efetuadas, como se segue.

Tabela 42 – Principais fabricantes de tijolos e telhas da Região do Seridó/RN

CERÂMICA
Cerâmica Santa Luzia
Cerâmica JRA
Cerâmica Boa Sorte
Cerâmica São Francisco
Cerâmica Dois Irmãos
Cerâmica Aroeira
Cerâmica Dantas
Cerâmica RN Cerâmica
Cerâmica União II
Cerâmica Acari

4.6.1.6 Cerâmica Produtora Santa Luzia

1. Análise química das Matérias Primas

A Tabela 43 a seguir, contém os resultados da composição química, expressa na forma de óxidos, dos principais constituintes das matérias-primas estudadas.

Tabela 43 – Análise química semi-quantitativa das matérias-primas

	SiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	CaO	K₂O	MgO	BaO	MnO	TiO₂	Outros
C3-1	54,83	24,68	7,00	3,48	3,02	1,79	-	0,16	2,05	2,99
C3-2	48,12	27,31	12,24	1,82	3,16	3,35	0,53	0,15	1,44	1,98
C3-3	48,46	25,52	12,72	4,44	3,21	1,88	0,48	0,19	1,12	1,98

Com os resultados da Tabela 43, observa-se que a matéria-prima C3-1 é a que possui o mais elevado teor de óxido de silício (SiO₂) entre as matérias-primas dessa indústria. O óxido de alumínio (Al₂O₃) que geralmente é associado à presença do mineral caulinita também esteve presente em elevadas concentrações, principalmente na matéria-prima C3-2. O teor de óxido de ferro (Fe₂O₃) é considerado elevado nas

amostras C3-2 e C3-3, e moderado na amostra C3-1, no entanto, nas três amostras o óxido de ferro é responsável pela coloração avermelhada do material após queima. O teor dos óxidos de cálcio (CaO) e de magnésio (MgO), os quais têm efeito fundente moderado em temperaturas de queima abaixo de 1100 °C, é maior na amostra C3-3. Esses óxidos, geralmente, são provenientes da calcita, dolomita e gipsita. O óxido de sódio (Na₂O) não foi quantificado, enquanto o óxido de potássio (K₂O), geralmente presentes nos feldspatos, o qual tem um efeito fundente intenso abaixo de 1100 °C foi quantificado com teores equilibrados nas três matérias-primas.

2. Análise Mineralógica das Matérias Primas

A Figura 78 a seguir, contém os difratogramas das matérias-primas estudadas.

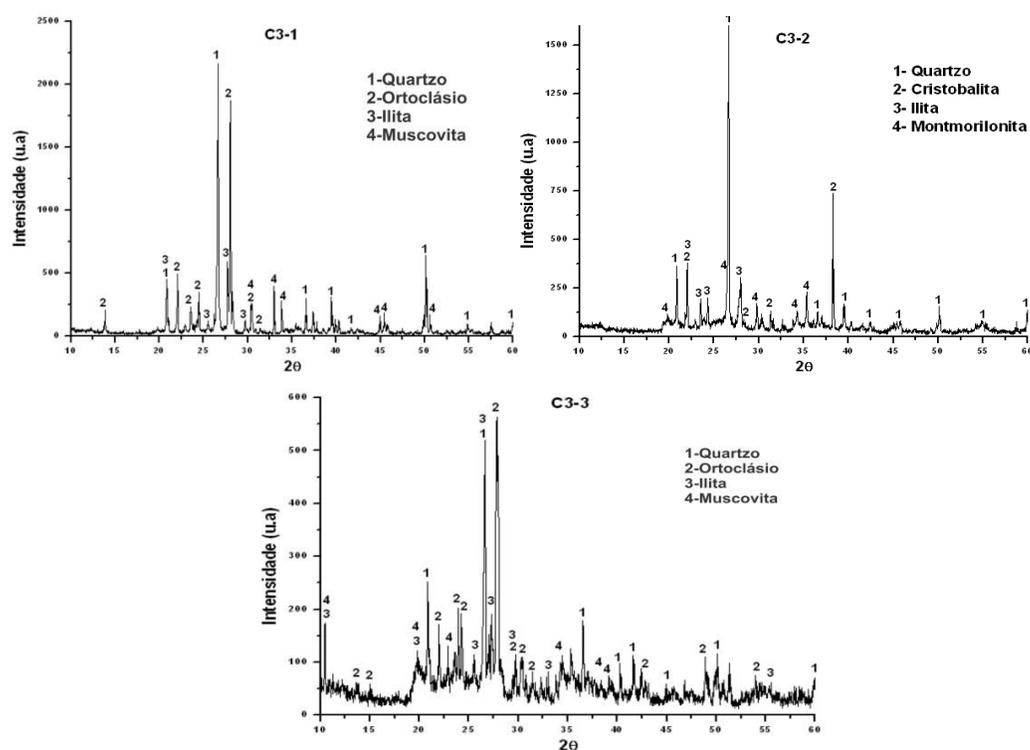


Figura 78 – Difratograma das matérias-primas

De acordo com a Figura 78, observa-se que o único mineral argiloso detectado por difração de raios X foi a ilita nas matérias-primas C3-1 e C3-3 e a ilita e a montmorilonita na matéria-prima C3-2, enquanto os minerais não-argilosos foram: quartzo, ortoclásio e muscovita nas matérias-primas C3-1 e C3-3 e quartzo e cristobalita

na matéria-prima C3-2. Entre os minerais não argilosos encontrados, a cristobalita, uma forma alotrópica do quartzo, é o único mineral que não é frequentemente encontrado.

Com esses resultados, é possível prever que a matéria-prima C3-1 apresentará uma menor plasticidade e uma maior distribuição de tamanho de partículas do que as matérias-primas C3-2 e C3-3.

Com relação às formulações entre essas duas matérias-primas, é provável que o aumento do teor das matérias-primas C3-2 e C3-3 proporcionarão uma maior retração e um aumento da perda de massa ao fogo, e consequentemente uma menor absorção de água, porosidade e maior massa específica aparente.

3. Análise Térmica Diferencial

A Figura 79 a seguir contém as curvas da análise térmica diferencial das matérias-primas estudadas. Este resultado comprova os resultados obtidos anteriormente e mostram os intervalos de temperaturas onde ocorrem as principais reações nas matérias-primas.

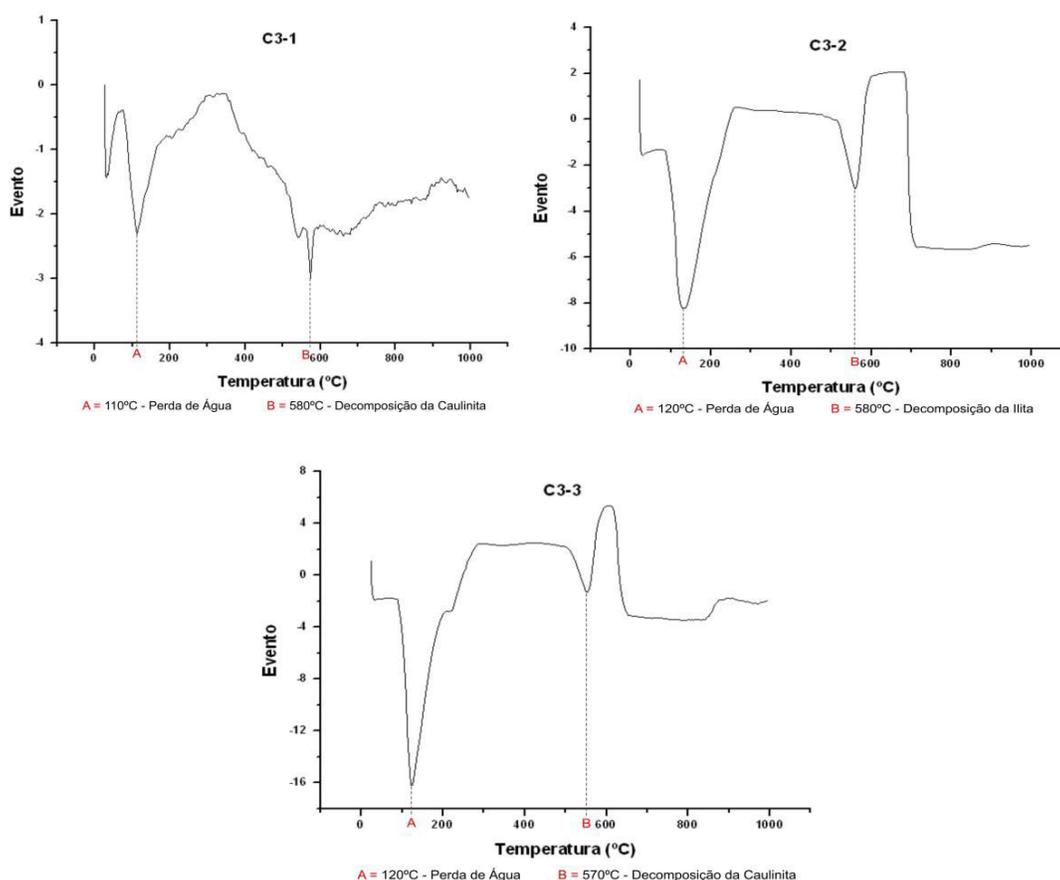


Figura 79 – Curvas termodiferenciais

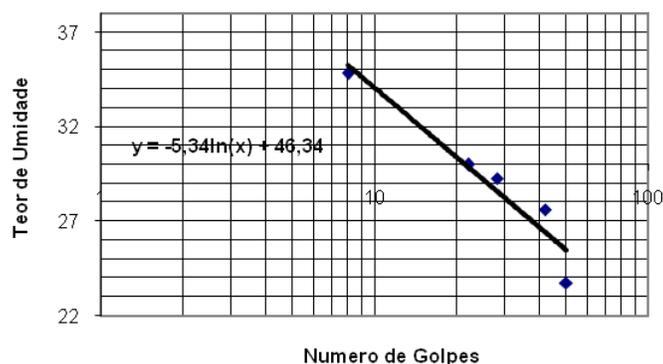
4. Índice de Plasticidade

A Tabela 44 a seguir apresenta os resultados dos limites de liquidez e do limite de plasticidade da matéria-prima C3-2. A matéria-prima C3-1 não obteve plasticidade.

Tabela 44 – Limite de liquidez e limite de plasticidade da matéria-prima C3-2

1	Cápsula nº	58	29	72	87	6
2	Nº de golpes	8	22	28	42	50
3	Peso bruto úmido	14,39	10,58	11,31	11,38	9,77
4	Peso bruto seco	12,44	9,74	10,21	10,51	9,15
5	Tara da cápsula	6,84	6,94	6,45	7,36	6,54
6	Peso da água	1,95	0,84	1,10	0,87	0,62
7	Peso do solo seco	5,60	2,80	3,76	3,15	2,61
8	Umidade	34,82	30,00	29,26	27,62	23,75

Limite de Liquidez



LIMITE DE LIQUIDEZ		29,15				
1	Cápsula nº	100	91	27	4	5
2	Peso bruto úmido	8,50	9,01	8,61	9,31	8,96
3	Peso bruto seco	8,16	8,60	8,24	8,95	8,55
4	Tara da cápsula	6,59	6,80	6,80	7,35	6,82
5	Peso da água	0,34	0,41	0,37	0,36	0,41
6	Peso do solo seco	1,57	1,80	1,44	1,60	1,73
7	Umidade	21,66	22,78	25,69	22,50	23,70
LIMITE DE PLASTICIDADE		22,99				

C3-2: Índice de plasticidade (IP): $IP = LL - LP = 29,2 - 23,0 = 6,2$

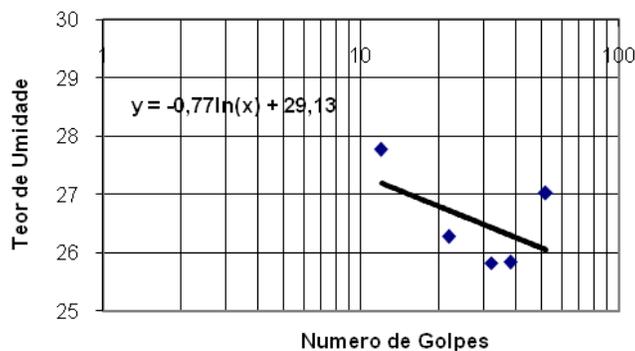
A Tabela 45 a seguir apresenta os resultados dos limites de liquidez e do limite de plasticidade da matéria-prima C3-3.

Tabela 45 – Limite de liquidez e limite de plasticidade da matéria-prima C3-3

1	Cápsula nº	17	16	11	19	12
2	Nº de golpes	12	22	32	38	52
3	Peso bruto úmido	12,68	8,30	11,44	9,96	10,66
4	Peso bruto seco	11,60	7,58	10,66	8,88	9,99

5	Tara da cápsula	7,71	4,84	7,64	4,70	7,51
6	Peso da água	1,08	0,72	0,78	1,08	0,67
7	Peso do solo seco	3,89	2,74	3,02	4,18	2,48
8	Umidade	27,76	26,28	25,83	25,84	27,02

Limite de Liquidez

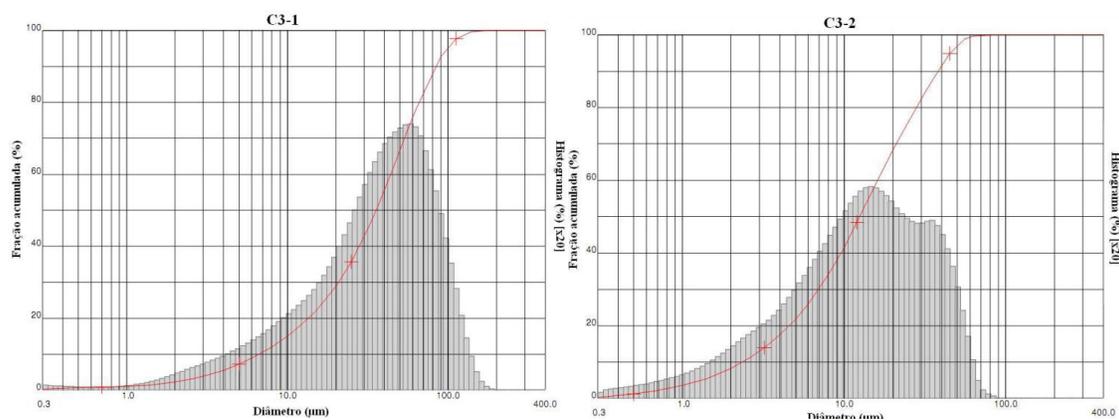


LIMITE DE LIQUIDEZ		26,65				
1	Cápsula nº	15	1	13	2	5
2	Peso bruto úmido	9,04	5,94	6,33	6,26	9,13
3	Peso bruto seco	8,94	5,62	6,05	6,00	8,90
4	Tara da cápsula	7,91	4,83	4,69	4,72	7,68
5	Peso da água	0,21	0,16	0,28	0,26	0,23
6	Peso do solo seco	1,03	0,79	1,36	1,28	1,22
7	Umidade	20,39	20,25	20,59	20,31	18,85
LIMITE DE PLASTICIDADE		20,39				

C3-3: Índice de plasticidade (IP): $IP = LL - LP = 26,65 - 20,39 = 6,3$

5. Análise Granulométrica

A Figura 80 a seguir, contém as curvas da análise granulométrica das matérias-primas estudadas.



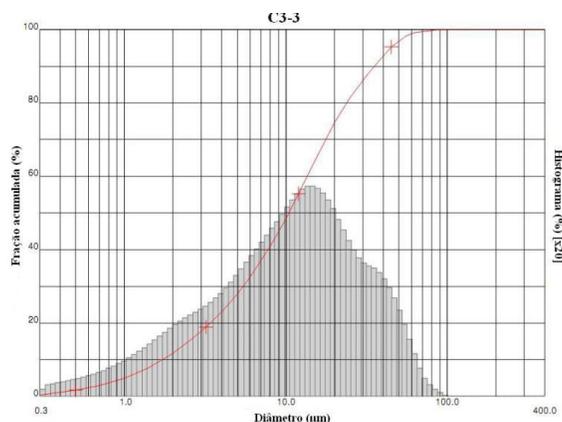


Figura 80 – Análise granulométrica das matérias-primas

De acordo com a Figura 80, observa-se que a matéria-prima C3-1 é a que apresenta granulometria maior, com menor teor de argila, entre as matérias-primas pertencentes a essa indústria, enquanto as matérias-primas C3-2 e C3-3 possuem uma distribuição de tamanho de partículas aproximada.

6. Propriedades Tecnológicas da Mistura

A Tabela 56 a seguir apresenta os resultados das propriedades tecnológicas das misturas. Observa-se o efeito da temperatura de queimas nas propriedades. De acordo com os resultados, a formulação atual pode ser utilizada para fabricação de blocos (tijolos) e telhas. Uma característica interessante dessa formulação é a expansão sofrida pelo material nas temperaturas de 850 °C e 950 °C.

Tabela 46 – Propriedades tecnológicas da massa coletada na cerâmica

	TU	RLs	RF	PF	RLq	AA	PA	MEA	T
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(g/cm ³)	(°C)
Média	9,47	0,49	2,09	4,49	-0,53	11,57	25,21	1,93	850
<i>DP</i>	0,25	0,05	0,01	0,08	0,09	0,17	0,27	0,01	
Média	9,24	0,45	2,08	4,79	-0,43	11,50	24,98	1,92	950
<i>DP</i>	0,21	0,12	0,01	0,04	0,09	0,10	0,21	0,00	
Média	9,11	0,37	2,11	4,80	0,09	10,34	22,64	1,96	1050
<i>DP</i>	0,21	0,03	0,02	0,07	0,04	0,14	0,28	0,00	

TU- teor de umidade, RLs - retração linear de secagem, MEA - massa específica aparente, PF - perda ao fogo, RLq- retração linear de queima, AA- Absorção de água, PA - porosidade aparente, RF – Retração a Flexão, T – temperatura.

7. Formulações Desenvolvidas

A Tabela 47 a seguir, apresenta as formulações desenvolvidas para estudo, envolvendo as matérias-primas que a indústria utiliza. Atualmente a indústria utiliza a formulação “C”.

Tabela 47 – Formulação desenvolvida para estudo

C3: Santa Luzia			
F5	C3-1	C3-2	C3-3
A	25	25	50
B	25	50	25
C	50	25	25
D	50	-	50
E	-	50	50
F	50	50	-

A Tabela 48 a seguir apresenta os resultados das propriedades tecnológicas para as formulações desenvolvidas.

Tabela 48 – Propriedades tecnológicas estudadas

A									
	TU	RLS	RF	PF	RLq	AA	PA	MEA	T
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(g/cm ³)	(°C)
Média	8,5	0,4	2,0	4,3	-0,4	14,0	30,4	1,9	850
DV	0,3	0,2	0,0	0,3	0,1	0,3	0,6	0,0	
Média	9,1	0,5	2,0	4,4	-0,4	13,9	30,2	1,9	950
DV	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,0	
Média	9,0	0,5	2,0	4,3	0,0	13,6	29,6	1,9	1050
DV	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,4	0,7	0,0	
B									
Média	9,4	0,4	2,0	4,0	-0,6	14,7	31,7	1,8	850
DV	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,4	0,6	0,0	
Média	10,6	0,5	1,9	3,0	-0,5	14,9	32,0	1,8	950
DV	2,9	0,1	0,0	2,4	0,2	0,4	0,6	0,0	
Média	9,7	0,5	2,0	4,0	-0,2	14,0	30,4	1,9	1050
DV	0,2	0,2	0,0	0,1	0,1	0,3	0,4	0,0	
C									
Média	9,1	0,3	1,9	4,7	-1,0	16,1	33,7	1,8	850
DV	1,2	0,0	0,0	1,9	0,1	0,4	0,6	0,0	
Média	10,2	0,4	1,9	4,2	-1,1	16,2	33,6	1,7	950
DV	0,2	0,0	0,0	0,2	0,1	0,9	1,7	0,0	
Média	10,4	0,3	2,0	3,8	-0,9	15,6	32,8	1,8	1050
DV	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,3	0,5	0,0	
D									
Média	9,5	0,4	1,9	3,9	-0,8	14,7	31,1	1,8	850
DV	0,2	0,1	0,0	0,4	0,1	1,3	2,8	0,0	
Média	9,4	0,4	1,9	4,2	-0,8	15,6	32,8	1,8	950
DV	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	
Média	9,2	0,3	1,9	4,1	-0,6	15,0	31,6	1,8	1050
DV	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1	0,6	1,2	0,0	

E									
Média	9,6	0,5	2,0	4,9	-0,3	13,7	30,2	1,9	850
DV	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	
Média	9,5	0,5	2,0	5,3	-0,3	13,9	30,4	1,9	950
DV	0,4	0,1	0,0	0,8	0,0	0,3	0,7	0,0	
Média	9,7	0,5	2,0	5,5	0,3	13,6	29,9	1,9	1050
DV	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,4	0,0	
F									
Média	9,0	0,3	2,0	3,8	-1,2	14,2	29,8	1,8	850
DV	0,3	0,1	0,0	0,1	0,1	0,6	1,2	0,0	
Média	9,6	0,2	2,0	3,9	-1,0	14,0	29,4	1,8	950
DV	0,6	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,6	0,0	
Média	9,4	0,3	2,0	4,8	-0,8	14,6	30,6	1,8	1050
DV	0,4	0,1	0,0	0,5	0,1	0,5	0,9	0,0	

TU- teor de umidade, RLs - retração linear de secagem, MEA - massa específica aparente, PF - perda ao fogo, RLq- retração linear de queima, AA- Absorção de água, PA - porosidade aparente, RF – Retração a Flexão, T – temperatura.

Comparando as formulações com diferentes proporções das três matérias-primas (“A”, “B” e “C”) e de acordo com os resultados da Tabela 48, observa-se que o aumento da quantidade da matéria-prima C3-1 em relação às matérias-primas plásticas (C3-2, C3-3) provocou uma diminuição da retração linear, da perda de massa ao fogo, da massa específica aparente e aumento da absorção de água e porosidade do material.

Comparando as formulações com diferentes proporções de apenas duas das matérias-primas (“D”, “E” e “F”) observa-se que a formulação “D” foi a apresentou maior absorção de água devido ao maior teor da matéria-prima C3-1. Considerando que a perda de massa de uma matéria-prima argilosa deve-se as transformações químicas e físicas que ocorre no material quando submetidas a elevadas temperaturas, observa-se que a perda de massa em relação ao aumento de temperatura é crescente para todas as formulações.

Com relação à porosidade aparente, a qual quantifica a porosidade aberta do material, seu resultado está associado à absorção de água. Observa-se que o comportamento da porosidade aparente é o mesmo da absorção de água, ou seja, o aumento da temperatura proporcionou uma diminuição da porosidade do material.

8. Curvas de Gresificação

A Figura 81 a seguir, contém as curvas de Gresificação construídas a partir das formulações desenvolvidas.

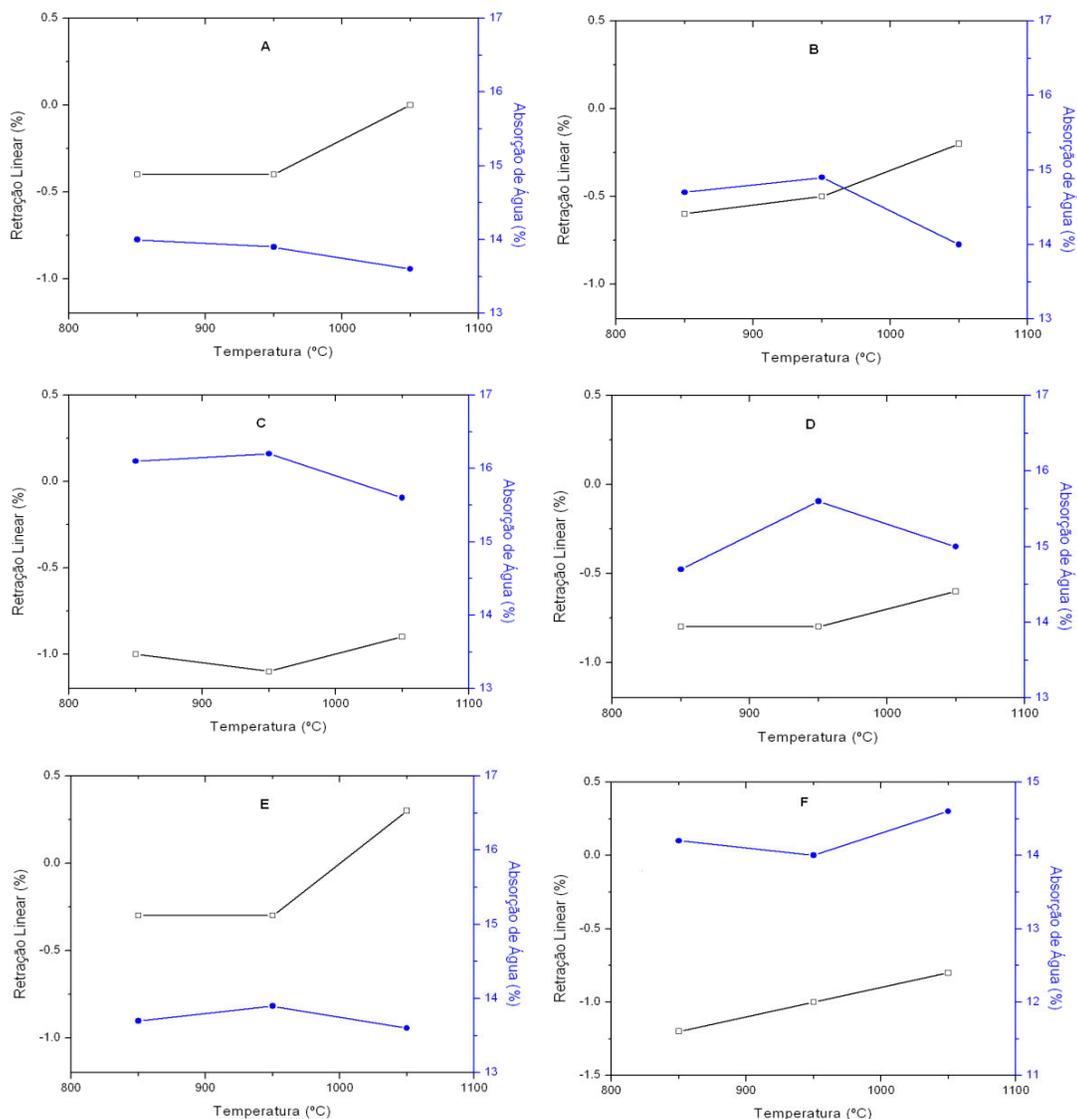


Figura 81 – Curvas de Gresificação das formulações A, B, C, D, E e F estudadas

De acordo com as curvas de Gresificação da Figura 81, nota-se que a elevação da temperatura teve pouca influência na absorção de água na faixa estudada para as formulações “A”, “C” e “E”. A retração linear aumentou com a temperatura e com a menor quantidade da matéria-prima C3-1. Observa-se que todas as formulações, em todas as temperaturas, apresentaram baixa retração linear, inclusive com valores negativos, ou seja, o material sofreu expansão. Este comportamento está coerente com as características físicas e químicas das matérias-primas, as quais possuem predominância de materiais não-argilosos, com elevado percentual de quartzo, feldspato e muscovita.

5 CONCLUSÕES

5.1 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E MINERALÓGICA

– Os percentuais de óxidos de sílica, alumina e óxidos alcalinos contidos nas argilas apresentaram valores que podem classificá-las como residuais, superiores inclusive, aos da caulinita teórica confirmando que as suas ocorrências são oriundas de planícies inundadas de rios;

– A partir dos teores de ferro, silício e alumina apresentados pelas argilas, indicam que as argilas devem servir para aplicação na fabricação de produtos cerâmicos tais como tijolos, telhas e pisos;

– Com base na mineralogia apresentada pelos difratogramas, conclui-se que as argilas estudadas constituem-se principalmente de diversas fases cristalinas: Caulinita, Albita, Ilita, Quartzo, Esmectita e Feldspato. Sendo que o Feldspato, o Quartzo e as Micas apresentam-se como os principais argilominerais presentes em quase todas as argilas.

5.2 LIMITE DE LIQUIDEZ, PLASTICIDADE E ÍNDICE DE PLASTICIDADE

– Os limites de liquidez, plasticidade e índices de plasticidade das argilas indicam tratar-se de argilas arenosas, principalmente as argilas oriundas de rios;

– Ocorreram resultados de argilas que se apresentaram como medianamente plástica, situadas na zona de trabalhabilidade do diagrama de Casagrande, corroborando para uma boa conformação dos corpos de prova.

5.3 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

– As argilas apresentaram granulometria que sugerem seu uso na fabricação em telhas e tijolos furados respectivamente;

– As granulometrias das argilas apresentaram-se com um tamanho de diâmetro de partícula que variaram superior a 20 μm , e argilas que apresentaram diâmetro de partícula médio inferior a 20 μm , evidenciando as características de pouca plasticidade destas argilas.

5.4 RETRAÇÃO LINEAR DE QUEIMA

– Verifica-se que as curvas das retrações lineares apresentaram comportamento diretamente proporcional ao aumento da temperatura e da proporção de composição de mistura das argilas. Sendo que, para valores de composição acima de 30% destas argilas, As curvas apresentaram comportamento de inversão de tendência com pontos de inflexão neste percentual.

5.5 ABSORÇÃO DE ÁGUA

– Os corpos de prova apresentaram resultados de absorção de água inversamente proporcionais ao aumento da temperatura e ao acréscimo dos percentuais das argilas, com mudança de comportamento a partir da proporção de peso de 30 %;

5.6 POROSIDADE APARENTE

– As curvas de porosidade dos gráficos apresentaram comportamento de diminuição diretamente proporcional ao aumento da temperatura;

5.7 MASSA ESPECÍFICA APARENTE

– Pode-se perceber que nas curvas que representam as massas específicas dos corpos de prova, estes apresentam valores elevados.

– As massas específicas aumentam de forma diretamente proporcional ao acréscimo da temperatura de queima, no entanto, são pouco afetadas com o aumento da composição das argilas.

5.8 CURVAS DE GRESIFICAÇÃO

– As curvas de Gresificação dos corpos de prova apresentaram pontos de Gresificação com valores de absorção de água de 9%, estando, portanto, dentro dos limites estabelecidos pela norma ISO 13.006. Os intervalos de absorção de água reportados desta norma, apresentam os valores de absorção de água entre 6 e 10%.

– As curvas de Gresificação dos corpos de prova na proporção de massa de 30% de argila não plástica, não apresentaram ponto de intersecção, caracterizando que as condições da queima não favoreceram a se obter uma boa sinterização. Isto pode ser comprovado a partir dos valores de ruptura à flexão.

Dentro desse contexto, apresenta-se a conclusão final para cada Indústria cerâmica estudada que fazem parte da Região do Seridó, no Rio Grande do Norte.

5.9 CERÂMICAS PARTICIPANTES DA REGIÃO DO SERIDÓ-RN

Todas as conclusões apresentadas neste capítulo têm como base os resultados obtidos das análises realizados nas amostras das indústrias cerâmicas que fazem do estudo da Região do Seridó no Rio Grande do Norte que foram determinados experimentalmente a partir da coleta de dados e informações conforme os métodos de processamento cerâmico sugeridos na literatura corrente, as quais estão descritas detalhadamente a seguir:

5.10 CERÂMICAS PRODUTORAS DE TELHA COLONIAL, TIJOLOS E LAJOTAS

5.10.1 Cerâmica Produtora J. A. Dantas

A Tabela 49 a seguir, contém o resumo dos resultados obtidos na realização dos levantamentos e dados coletados junto ao parque fabril das indústrias de cerâmica vermelha participante do programa.

1. Análise do Processo Produtivo das Indústrias de Cerâmica Vermelha

Tabela 49 – Ficha Avaliativa Data: 20 e 23/10/2008 – C1

CERÂMICA: J. A. DANTAS		Nº: C1		
Endereço:	Sítio Rajada – Carnaúba dos Dantas/RN CEP: 59.374-000			
Sócios:	Joaquim Azevedo Dantas	Nº de colaboradores	30	
Contato:	(84) 3479-2314			
PRODUÇÃO MENSAL	PRODUTO	QUANTIDADE		
	Telha: Colonial	700.000		
MATÉRIAS PRIMAS				
TIPO	LOCALID. DA JAZIDA	TEMPO DE USO	RESÍDUO	DISTÂNCIA
Argila Forte – 01	Currais Novos – Totoró	4 anos	X	45 Km
Argila Forte – 02	Caicó – Açude	1 semana	X	85 Km

Argila Fraca – 01	Currais Novos - São Luis	4 anos	-	40 Km
Argila Fraca – 02	Jardim do Seridó	2 meses	-	39 Km
Argila Fraca – 03	Acari – Bulhões	+ 4 anos	-	19 Km
Argila Fraca – 03	Rio Carnaúba_Massapê Rajada	+12 anos	X	5 Km

OBS: Argilas Fracas: Acari – Bulhões, há 1 ano parou de extrair e ser utilizada, devido o Rio Bulhões estar cheio. A matéria-prima procedência do Rio Carnaúba tem estoque desse material no pátio, mas não se utiliza atualmente pela empresa.

Estoque	Trimestral ()	Semestral (X)	Anual ()	Contínuo ()
Faz ensaio de resíduo	Sim ()	Não (X)		

PREPARAÇÃO DA MISTURA

Mesmo dia ()	Um dia ()	Dois a três dias ()	Quatro a cinco dias ()	Oito dias (X)
Traço Atual	(50%) Argila Forte – 01 + (25%) Argila Fraca – 01 + (25%) Argila Fraca – 02		Resíduo final da mistura: Não quantifica %	

OBS: A empresa utilizará a Argila Forte – 02 em breve na mistura, substituindo a Argila Forte – 01.

PROCESSO DE FABRICAÇÃO

Capacidade do vácuo		28 a 30 pol.Hg			
Corrente de trabalho do motor da maromba		380 volts			
EQUIPAMENTOS	TIPO	QT.	FAB.	POTÊNCIA DOS MOTORES (cv)	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO
	Caixão Alimentador Manual (Esteirão)	1		3	
	Desintegrador	1		10	
	Misturador simples	1		10	
	Laminador 1	1		10	
	Laminador 2	1		10	
	Maromba	1	Natreb 2 simples	60	57 mil telhas/dia
	Bomba de vácuo	1		10	
	Cortador Automático	1		1,5	
Quantidade de esteiras (7) capacidade dos motores: 2,0 x 7 = 14 cv					

BOQUILHA	Tipo de produto:	T8F 9x19x19 () Outros: Telha Colonial (X)		
	Tipo de material:	Aço rápido () Porcelana () Aço comum (X)		
	Capacidade de Produção	Para os espelhos	5 meses de prod. (3,5 milhões de telhas)	
		Para os casquilhos	O operador da maromba faz os casquilhos na própria empresa, a troca é realizada a cada 1h00 de produção (4500 mil peças/hora média).	
MANUTENÇÃO	TIPO DE MANUTENÇÃO		FREQUÊNCIA	
	Troca de óleo da maromba		A cada ano, mas vai mudar para cada 6 meses a troca	
	Troca da camisa da maromba: Natreb 2 simples		5 anos e de lá pra cá nunca se trocou.	
	Manutenção dos caracóis do eixo da maromba		2 meses	
	Retífica do Laminador		3 meses	
	Manutenção das pás do misturador		8 dias anteriormente, pois agora com o desintegrador passou-se 21 dias e não foi preciso manutenção.	

SECAGEM

SECAGEM NATURAL	PRODUTO	TEMPO DE SECAGEM		CAPACIDADE DO GALPÃO
		VERÃO	INVERNO	
	Telha Colonial	24 horas	3 a 4 dias	57 milheiros

Aproveita calor dos fornos para secagem? Sim () Não (X)

OBS: O Pátio a céu aberto tem capacidade para 40 mil telhas serem expostas para secagem. No verão leva o tempo de 4 horas e no inverno 7 horas para estarem secas.

Possui 2 galpões (1 com capacidade de 30 milheiros (lona transparente), e outro com 27 milheiros).

QUEIMA

FORNO CAIPIRA	QT.	Capacidade Produto:	Cons. de lenha por queima	Tempo de esq. e queima	Tempo de resfriamento
	6	35 (4 Fornos) e 38 (2 Fornos) milheiros	18 e 20 m³	(10 + 10 a 12) 20 a 22 horas	42 horas

OBS: Há 2 anos não se utilizava ventulinas no processo de queima, nas bocas de alimentação de lenha, o que aumentava o consumo de 3 m³ a cada queima, independente do forno a ser queimado. Hoje se tem uma economia considerável de lenha no processo.

Durante o processo de queima acontece normalmente o seguinte:

Período de esquento: 17h às 18h, alimentação normal de lenha, das 18h até as 3h da manhã do dia seguinte, faz parte do período de “esquento”, mas sem alimentação de lenha, só após as 3h da manhã inicia-se o período de queima, que leva de 10 a 12 horas para ser encerrado, com a ventulina ligada. O período de resfriamento leva 42 horas normalmente, com um tempo total de ciclo de 62 a 64 horas aproximadamente.

O consumo de lenha para se queimar mil telhas gira em torno de 0,50m³.

CONTROLE: Em Anexo

ABSORÇÃO DE ÁGUA	
USA TERMOPERES PARA CONTROLE DE QUEIMA	Sim() (X) Não
QUANTIFICA PRODUTOS FUMAÇADO	Sim(X) () Não
QUANTIFICA QUEBRA NA QUEIMA	Sim(X) <u>quebra média:</u> % (X) Não
CONTROLA SALDO DE PRODUTOS NA SECAGEM	Sim() (X) Não
CONTROLA SALDO DE PRODUTOS NO FORNO	Sim() (X) Não
CONTROLA SALDO DE PRODUTOS NA EXPEDIÇÃO	Sim() (X) Não
QUANTIFICA O CONSUMO MÉDIO DE LENHA/MÊS	Sim() valor médio: m ³ (X) Não
PRODUÇÃO QUEIMADA NOS ÚLTIMOS TRÊS MESES	2.200 milheiro/produto: Telha Colonial
CONSUMO MÉDIO DE ENEGIA ELÉTRICA/MÊS	16000 Kwh
CUSTO MÉDIO DA ENEGIA ELÉTRICA/MÊS	R\$ 4200
QUAL O CUSTO PARA PRODUZIR MIL TELHAS: Colonial	NO VERÃO: R\$ - INVERNO: R\$ -

2. Ficha de Controle do Processo

Anexo 1

Tabela 50 – Ficha de Controle

CONTROLE EM PROCESSO DE PRODUTOS (Da extrusão á queima)													
Cerâmica: J. A. Dantas (C1)													
Data de Início: 20/10/2008						Data de Térmico:							
Produto: Telha Colonial													
Forno	Peça	P _U	C _U	P _S	C _S	TU	RLS	Pq	Psat	Cq	PF	RLq	AA
	n°	(g)	(cm)	(g)	(cm)	(%)	(%)	(g)	(g)	(cm)	(%)	(%)	(%)
1o Rolo - Piso	1	1.390	52,7	1.190	50,5	16,81	4,36	1.030	49,3	1.170	15,53	2,43	13,59
	2	1.390	52,6	1.190	50,4	16,81	4,37	1.030	49,1	1.160	15,53	2,65	12,62
2o Rolo	3	1.400	52,8	1.200	50,6	16,67	4,35	1.040	49,9	1.180	15,38	1,40	13,46
	4	1.390	52,9	1.200	50,5	15,83	4,75	1.040	49,7	1.170	15,38	1,61	12,50
3o Rolo	5	1.390	52,6	1.190	50,5	16,81	4,16	1.015	50,3	1.180	17,24	0,40	16,26
	6	1.390	52,5	1.200	50,5	15,83	3,96	1.040	50,2	1.170	15,38	0,60	12,50
4o Rolo - Topo	7	1.390	52,6	1.200	50,5	15,83	4,16	1.040	50,3	1.195	15,38	0,40	14,90
	8	1.390	52,6	1.200	50,6	15,83	3,95	1.040	50,2	1.190	15,38	0,80	14,42

Forno Estudado

Tabela 51 – Ficha de Controle do Forno Estudado

FORNO CAIPIRA		FORNO CAIEIRA	
Tamanho: L: 2,20 m ; H: 2,2 m ; C: 3,10 m ; V= m ³ Capacidade: 40	Tamanho: L: m; H: m; C: m; V= m ³ Capacidade:	Tamanho: L: m; H: m; C: m; V= m ³ Capacidade:	Tamanho: L: m; H: m; C: m; V= m ³ Capacidade:
milheiro peças Tempo de queima forno: 11 hs Consumo: 0,15 m³/milheiro Tempo de ciclo: hs = dias () Termopar para leitura () Termopar com software	peças Tempo de queima forno: hs Consumo: m ³ /milheiro Tempo de ciclo: hs = dias	peças Tempo de queima forno: hs Consumo: m ³ /milheiro Tempo de ciclo: hs = dias	peças Tempo de queima forno: hs Consumo: m ³ /milheiro Tempo de ciclo: hs = dias
FORNO REVERSÍVEL RETANGULAR Tamanho: L: m; H: m; C: m; V= m ³ Capacidade: peças Tempo de queima forno: hs Consumo: m ³ /milheiro Tempo de ciclo: hs = dias () Termopar para leitura () Termopar com software	TIPO DO FORNO: Tamanho: L: m; H: m; C: m; V= m ³ Capacidade: peças Tempo de queima forno: hs Consumo: m ³ /milheiro Tempo de ciclo: hs = dias () Termopar para leitura () Termopar com software		

Anexo 2

CONTROLE DE QUEIMA		
CERÂMICA: J. A. Dantas Município: Carnaúba dos Dantas		
Tipo de Forno: Caipira		Produto: Telha Colonial
Data de Início: 20/10/2008		Data de Término:
Horário de Registro	Tempo (h)	Temperatura (°C)

3. Relatório Diário de Produção

Produto: Telha Colonial Dia: Segunda Feira 20/ 10 / 08

Tabela 52- Relatório diário – C1

PRODUÇÃO DIÁRIA				
PROD. P/MIN:	<u>100</u>			
PROD. P/HORA:	<u>6.000</u>			
PROD. P/DIA:	<u>49980 (8h20 de produção)</u>			
1ª PESAGEM:	<u>1390 g</u>			
2ª PESAGEM:	<u>1390 g</u>			
3ª PESAGEM:	<u>1390 g</u>			
PESO MÉDIO:	<u>1390 g</u>			
PESO TOTAL:	<u>69,5 toneladas</u>			
CONTROLE DE PARADAS				
P. P/ TROCA DE ARAME	<u>4x / dia</u>			
P. P/ TIRAR DETRITOS				
P. DO LAMINADOR				
P. DESENTUPIR CAIXÃO	<u>(1 a 2) / dia</u>			
P. P/ LANCHE:	<u>8h da manhã e 15h da tarde (15min)</u>			
P. P/ FALTA DE ENERGIA	<u>2x / mês</u>			
CONTROLE DE SECAGEM				
PRODUTO	ESTOQUE	PRODUÇÃO	QUEIMA	ESTOQUE ATUAL
TELHAS	<u>700 mil / mês</u>			
TELHAS PLAN				
LAJOTAS				
TIJOLOS 23X13X8				
OBS: <u>Só produção de telha</u>				
PRODUTOS ENFORNADOS				
FORNO Nº <u>5</u>				
P. <u>Telha</u>	QUANT. <u>38 milheiro</u>			
P.	QUANT.			
ENFORNADOR: <u>8 forneiros</u>				
QUEBRA:P. : P. :				
PRODUTOS QUEIMADOS				
FORNO Nº <u>2</u>				
M³ LENHA <u>7</u> QUEIMA <u>35 mil.</u>				
ESQUENTADOR: <u>Lela</u>				
QUEIMADOR: <u>Bonegio e Galego</u>				
LENHEIRO: <u>Lela</u>				

P7RODUTOS DESENFORNADOS

FORNO N° 1

P. Telha QUANT. 39 milheiro

P. _____ QUANT. _____

DESENFORNADOR: 8

QUEBRA: P. ___ : ___ P. ___ : ___

FORNO N° 4

P. Telha QUANT. 39 milheiro

P. _____ QUANT. _____

DESENFORNADOR: 8

QUEBRA: P. ___ : ___ P. ___ : ___

BALANÇO GERAL

Produtos(P)	Estoque (peças)	Produção Diária (peça)	Vendas (peças)	Quebra (peças)	Preço de Venda	Valor (R\$)
TELHAS PRIMEIRA	<u>10 milheiro</u>	<u>700 milheiros/mês</u>				
TELHAS SEGUNDA	<u>24 a 35 Mil.</u>					
TELHAS TERCEIRA	<u>1,5 milheiro</u>					
TELHAS PLAN						
LAJOTAS						
TIJOLOS 23X13X8						
TOTAL						

Observações a serem avaliadas:

- Mistura = 2:1 (Fraco : Forte), estoque com tempo de 12 anos;
- Arg. Fraca 2 = Há 2 meses esta sendo extraído material de Jardim do Seridó, substituindo a de Bulhões, ___ devido ao açude gargalheiras estar em nível alto, ou seja, cheio;
- 2 Arg. Fraca com mistura 1:1
- Pára a maquina de 2 a 3 min. para troca de boquilha (8x/dia);
- Não tem controle de estocagem.
- Na queima, são 1h de esquite e 11h de queima. O esquite geralmente ocorre às 17h da tarde ate 18h e a queima as 3h da manhã até 13h a 14h da tarde.
- Há dois anos utiliza-se a ventulina, tendo melhoras no processo, e economia de 2m³ a 4m³ de lenha do tipo algaroba.

4. Conclusões

A indústria cerâmica J. A. Dantas trabalha com duas matérias-primas bastante semelhantes, porém complementares, utilizando uma na proporção de 50 % da matéria-prima C1-1 para 50 % da matéria-prima C1-2. A matéria-prima C1-2 foi caracterizada como um material com maior quantidade de minerais argilosos do que a matéria-prima

C1-1, tendo esta grande quantidade de minerais não-argilosos, principalmente quartzo e de feldspato (albita), conforme dados da análise química.

A formulação atualmente utilizada pela cerâmica apresentou propriedades tecnológicas e uma curva de gresificação que permite a fabricação de telhas e blocos no intervalo de temperatura de 850 °C a 1050 °C. A escolha da temperatura de queima a ser utilizada dependerá da necessidade requerida pelo produto. Caso necessite uma menor absorção de água e porosidade deve-se utilizar temperaturas mais elevadas.

Das formulações desenvolvidas, as formulações “D”, “E” e “F” foram as que apresentaram melhores propriedades tecnológicas, enquanto que a formulação “A”, com 100 % da matéria-prima C1-1, não apresenta nenhuma condição de ser utilizada para fabricação de telhas e blocos. A formulação “B” também deve ser evitada.

5.10.2 Cerâmicas Produtoras de Tijolos

5.10.2.1 Cerâmica Produtora Nossa Senhora dos Impossíveis

A Tabela 53 a seguir, contém o resumo dos resultados obtidos na realização dos levantamentos e dados coletados junto ao parque fabril das indústrias de cerâmica vermelha participante do programa.

1. Análise do Processo Produtivo das Indústrias de Cerâmica Vermelha

Tabela 53 – Ficha Avaliativa Data: 20 e 23/10/2008 – C2

CERÂMICA: Nossa Senhora dos Impossíveis			Nº: C2	
Endereço:	Fazenda Rajada, Zona Rural, S/N – Carnaúba dos Dantas – CEP: 59.374-000			
Sócios:	Edicléia Pereira de Castro Dantas	Nº de colaboradores	21	
Contato:	(84) 3479-2469 e 9999-3049			
PRODUÇÃO MENSAL	PRODUTO		QUANTIDADE	
	T8F 9x19x19		600.000	
MATÉRIAS PRIMAS				
TIPO	LOCALID. DA JAZIDA	TEMPO DE USO	RESÍDUO	DISTÂNCIA
Argila Forte – 01	Totoró_Currais Novos	3 anos	-	26 Km
Argila Forte – 02	Cruzeta	2 anos	-	45 Km
Argila Fraca – 01	Rio Carnaúba_Massapê Rajada	8 anos	x	5 Km
OBS:				
Estoque	Trimestral (X)	Semestral ()	Anual ()	Contínuo ()
Faz ensaio de resíduo	Sim ()	Não (X)		

PREPARAÇÃO DA MISTURA

Mesmo dia ()	Um dia ()	Dois a três dias ()	Quatro a cinco dias (X)	Oito dias ()
Traço Atual	(25%) Argila Forte 1 + (25%) Argila Forte 2 + (50%) Argila Fraca - 01		Resíduo final da mistura: Não quantifica %	

OBS: A argila Forte de Gargalheiras, procedência do município de Currais Novos, não está sendo mais extraída e nem utilizada pela indústria.

PROCESSO DE FABRICAÇÃO

Capacidade do vácuo	28 pol.Hg ou em _____ mmHg.
Corrente de trabalho do motor da maromba	380 volts

EQUIPAMENTOS	TIPO	QT.	FABRICANTE	POTÊNCIA DOS MOTORES (cv)	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO
	Caixão Alimentador Manual (Esteirão)	1		3,0	
	Desintegrador	1		7,5	
	Misturador com laminador acoplado	1		10	
	Misturador simples	1		10	
	Laminador não acoplado	1		10	
	Marromba	1	Bonfanti	60	45 mil tijolos/dia
	Bomba de vácuo	1		10	
	Cortador Automático	1		2	

Quantidade de esteiras (3) capacidade dos motores: $1,5 \times 3 = 4,5$ cv

BOQUILHA	Tipo de produto:	T8F 9x19x19 (X) Outros: _____ ()		
	Tipo de material:	Aço rápido () Porcelana (X)		
	Capacidade de Produção	Para os espelhos	1,2 milhão (2 meses)	
		Para os garfos	600 milheiros (30 dias)	

MANUTENÇÃO	TIPO DE MANUTENÇÃO		FREQÜÊNCIA
	Troca de óleo da maromba		1 ano
	Troca da camisa da maromba: Bonfanti		8 dias
	Manutenção dos caracóis do eixo da maromba		2 meses
	Retífica do Laminador		15 dias
	Manutenção das Pás do misturador		Nunca houve

SECAGEM

SECAGEM NATURAL	PRODUTO	TEMPO DE SECAGEM		CAPACIDADE DO GALPÃO
		VERÃO	INVERNO	
	T8F 9x19x19 (cm)	3 a 4 dias	8 dias	25 milheiros

Aproveita calor dos fornos para secagem? Sim () Não (X)

OBS: O Pátio a céu aberto tem capacidade para 90 mil tijolos serem expostos para secagem, no verão leva o tempo de 6 horas e no inverno 2 a 3 dias para estarem secos.

Possui 2 galpões (1 com capacidade de 16 e outro com 9 milheiros de tijolos).

QUEIMA

FORNO CAIEIRA	QT.	Capacidade Produto:	Cons. de lenha por queima	Tempo de esq. e queima	Tempo de resfriamento
	2	150 e 80 milheiros	40 e 20 m ³	8 a 12 horas	72 horas
FORNO CAIPIRA	QT.	Capacidade Produto: Tijolo	Cons. de lenha por queima	Tempo de esq. e queima	Tempo de resfriamento
	4	12 milheiros	_____ - _____ m ³	__ - __ horas	__ - __ horas

OBS.: A economia é muito grande de lenha no processo de queima nos Fornos Caieiras, mas os produtos não são tão queimados como deveriam ser.

O consumo de lenha para se queimar mil tijolos gira em torno de 0,25m³.

O processo de queima é realizado durante os finais de semana, geralmente com início no sábado, pois durante a semana se produz os tijolos e logo após estarem secos são empilhados e vão formando o Forno Caieira.

Existem na empresa 4 Fornos tipo Caipira, com capacidade para 12 mil tijolos, mas estão desativados e não são utilizados devido o custo ser maior para se queimar mil tijolos comparado com o Forno Caieira.

CONTROLE: Em Anexo

ABSORÇÃO DE ÁGUA	
USA TERMOPERES PARA CONTROLE DE QUEIMA	Sim() (X) Não
QUANTIFICA PRODUTOS FUMAÇADO	Sim(X) () Não
QUANTIFICA QUEBRA NA QUEIMA	Sim() quebra média: _____ % (X) Não
CONTROLA SALDO DE PRODUTOS NA SECAGEM	Sim(X) () Não
CONTROLA SALDO DE PRODUTOS NO FORNO	Sim() (X) Não
CONTROLA SALDO DE PRODUTOS NA EXPEDIÇÃO	Sim() (X) Não
QUANTIFICA O CONSUMO MÉDIO DE LENHA/MÊS	Sim(X) valor médio 200 m ³ () Não
PRODUÇÃO QUEIMADA NOS ÚLTIMOS TRÊS MESES	1.900 milheiro/produto: Tijolo 9x19x19
CONSUMO MÉDIO DE ENEGIA ELÉTRICA/MÊS	13 Kwh
COSTO MÉDIO DA ENEGIA ELÉTRICA/MÊS	R\$ 3300
QUAL O CUSTO PARA PRODUZIR MIL TIJOLOS 9x19x19	NO VERÃO: <u>R\$</u> - _ INVERNO: <u>R\$</u>

Anexo 2

CONTROLE DE QUEIMA		
CERÂMICA:		Município: Carnaúba dos Dantas
Tipo de Forno:		Produto:
Data de Início: 20/10/2008		Data de Término:
Horário de Registro	Tempo (h)	Temperatura (°C)

3. Relatório Diário de produção

Produto: Tijolo 6F Dia: Segunda Feira 20/ 10 / 08

Tabela 56 – Relatório Diário – C2

PRODUÇÃO DIÁRIA				
PROD. P/MIN:	<u>90</u>			
PROD. P/HORA:	<u>5.400</u>			
PROD. P/DIA:	<u>44.982 (8h20 de produção)</u>			
1ª PESAGEM:	<u>2990 g</u>			
2ª PESAGEM:	<u>2990 g</u>			
3ª PESAGEM:	<u>2990 g</u>			
PESO MÉDIO:	<u>2990 g</u>			
PESO TOTAL:	<u>134,5 toneladas</u>			
CONTROLE DE PARADAS				
P. P/ TROCA DE ARAME	<u>4x / dia</u>			
P. P/ TIRAR DETRITOS				
P. DO LAMINADOR				
P. DESENTUPIR CAIXÃO	<u>(1 a 2) / dia</u>			
P. P/ LANCHE:	<u>8h da manhã e 15h da tarde (15min)</u>			
P. P/ FALTA DE ENERGIA	<u>2x / mês</u>			
CONTROLE DE SECAGEM				
PRODUTO	ESTOQUE	PRODUÇÃO	QUEIMA	ESTOQUE ATUAL
TELHAS				
TELHAS PLAN				
LAJOTAS				
TIJOLOS 9X19X19				
OBS: Só produção de telha de tijolo 6F				
PRODUTOS ENFORNADOS				
FORNO N° <u>1</u>				
P. <u>Tijolo</u> QUANT. <u>150 milheiro</u>				
ENFORNADOR: <u>11 pessoas</u>				
QUEBRA: P. <u> </u> P. <u> </u>				
PRODUTOS QUEIMADOS				
FORNO N° <u>2</u>				
M³ LENHA <u>40</u> QUEIMA <u>170mil</u>				
Obs: 24 bocas nessa queima				
QUEIMADOR: <u>3 pessoas</u>				
LENHEIRO:				

PRODUTOS DESENFORNADOS

FORNO N° 3

P. Tijolo QUANT. 150 milheiro

P. _____ QUANT. _____

DESENFORNADOR: 11

QUEBRA: P. ___ : ___ P. ___ : ___

BALANÇO GERAL

Produtos (peças)	Estoque (peças)	Produção Diária (peças)	Vendas (peças)	Quebra (peças)	Preço de Venda	Valor (R\$)
TELHAS PRIMEIRA						
TELHAS SEGUNDA						
TELHAS TERCEIRA						
TELHAS PLAN						
LAJOTAS						
TIJOLOS 23X13X8	<u>180 milheiro</u>	<u>30 milheiros</u>				
TOTAL						

Observações a serem avaliadas:

– Gasto de Energia = aproximadamente 13.000 Kw/h

4. Conclusões

A indústria cerâmica N. S. dos Impossíveis trabalha com três matérias-primas (AT- Totoró, AB-Bulhões e C2-1). A matéria-prima C2-1 não estava sendo utilizada. A mistura atual é utilizada na proporção de 50 % da matéria-prima AT e 50 % da matéria-prima AB. A matéria-prima AT foi caracterizada como um material com maior quantidade de minerais argilosos do que a matéria-prima AB, tendo esta grande quantidade de minerais não-argilosos, principalmente quartzo e de feldspato (albita), conforme dados da análise química.

A formulação atualmente utilizada pela cerâmica apresentou propriedades tecnológicas e uma curva de gresificação que permite a fabricação de telhas e blocos no intervalo de temperatura de 850 °C a 1050 °C. A escolha da temperatura de queima a ser utilizada dependerá da necessidade requerida pelo produto. Caso necessite uma menor absorção de água e porosidade deve-se utilizar temperaturas mais elevadas.

Das formulações desenvolvidas, a formulação “E” foi a apresentou os melhores resultados, enquanto que a formulação “A”, “B” e “C”, com 100 %, 75 % e 66 % da matéria-prima AB, não apresenta nenhuma condição de ser utilizada para fabricação de telhas e blocos quando formulada junto com matéria-prima AT.

5.10.3 Cerâmica Produtora de Tijolos, Telhas

5.10.3.1 Cerâmica Produtora Santa Luzia

A Tabela 57 a seguir contém o resumo dos resultados obtidos na realização dos levantamentos e dados coletados junto ao parque fabril das indústrias de cerâmica vermelha participante do programa.

1. Análise do Processo Produtivo das Indústrias de Cerâmica Vermelha

Tabela 57 – Ficha Avaliativa Data: 21 e 22/10/2008 – C3

CERÂMICA: Santa Luzia		Nº: C3		
Endereço:	Sítio Rajada – Carnaúba dos Dantas/RN		CEP: 59.374-000	
Sócios:	Josivan Araújo Dantas	Nº de colaboradores	29	
Contato:	(84) 3479-2411/ 9986-7974			
PRODUÇÃO MENSAL	PRODUTO		QUANTIDADE	
	T8F 9x19x19		40.000 mil	
	Telha Colonial		800.000 mil	
MATÉRIAS PRIMAS				
TIPO	LOCALIDADE DA JAZIDA	TEMPO DE USO	RESÍDUO	DISTÂNCIA
Argila Forte – 01	São Vicente/RN	1 ano	X	65 Km
Argila Forte – 02	Santa Cruz/RN	4 anos	-	110 Km
Argila Forte – 03	Florânia/RN	6 meses	-	86 Km
Argila Forte – 04	Cruzeta/RN	1 ano	X	43 Km
Argila Forte – 05	Itaperoá/PB	1 ano	-	100 Km
Argila Fraca – 01	C. dos Dantas/RN _Ramada	3 meses	X	3 Km
Argila Fraca – 02	Currais Novos/RN _Totoró	3 anos	-	40 Km
Argila Fraca – 03	Acari/RN	4 anos	-	10 Km
OBS: A argila forte de <u>Cruzeta/RN</u> e a de <u>Itaperoá/PB</u> não são exploradas mais pela indústria, existem veios de argila de <u>Cruzeta/RN</u> misturada com a argila de <u>São Vicente/RN</u> e de <u>Santa Cruz/RN</u> no pátio de estoque, como existe também veios de argila de <u>Itaperoá/PB</u> misturada com a argila de São Vicente, sendo empírico não tem como quantificar o material presente em cada argila forte.				
Estoque	Trimestral (X) Semestral () Anual () Contínuo ()			
Faz ensaio de resíduo	Sim () Não (X)			
PREPARAÇÃO DA MISTURA				
Mesmo dia ()	Um dia ()	Dois a três dias ()	Quatro a cinco dias (X)	Oito dias ()
Traço Atual	(50%) Argila Forte / (50%) Argila Fraca		Resíduo final da mistura: Não quantifica %	
OBS: Utiliza-se durante uma semana de produção 2 carradas (22%) da localidade de Santa Cruz/RN, 5 carradas (56%) da localidade de São Vicente/RN e 2 carradas (22%) da localidade de Florânia/RN, todas estas sendo <u>argilas fortes</u> , existindo veios de argila forte da localidade de Cruzeta/RN e Itaperoá/PB sendo incorporada nas misturas de argila forte, constituindo 50% na mistura, todas essas argilas.				
Utiliza-se durante a semana 2 carradas (22%) da localidade de Ramada, 3 carradas (33%) da localidade de Acari/RN e 4 carradas (45%) da localidade de Currais/RN, todas estas sendo <u>argilas fracas</u> , constituindo 50% na mistura, todas essas argilas.				

PROCESSO DE FABRICAÇÃO					
Capacidade do vácuo			30 pol.Hg ou em _____ mmHg.		
Corrente de trabalho do motor da maromba			380 volts		
EQUIPAMENTOS	TIPO	QT.	FABRICANTE	POTÊNCIA DOS MOTORES (cv)	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO
	Misturador simples	1		10	
	Desintegrador	1		10	
	Laminador não acoplado	1		15	
	Marromba	1	Natreb 2 Simples	60	56.000 mil telhas/dia
	Bomba de Vácuo	1		10	
	Cortador Automático	1		2	
Quantidade de esteiras (5) capacidade dos motores: 4 de 2cv + 1 de 1,5 = 9,5 cv					
BOQUILHA 01	Tipo de produto:	T8F 9x19x19 () Outros: Telha Colonial (X)			
	Tipo de material:	Aço rápido () Porcelana () Aço Comum (X)			
	Capacidade de Produção	Para os espelhos	3 meses de produção (2,4 milhão de telhas)		
Para os casquilhos		O operador da maromba faz os casquilhos na própria empresa, a troca é realizada em média a cada 1 hora de produção (5000 peças de telhas/hora média).			
BOQUILHA 02	Tipo de produto:	T8F 9x19x19 (X) Outros: _____ ()			
	Tipo de material:	Aço rápido () Porcelana () Aço comum (X)			
	Capacidade de Produção	Para os espelhos	Demora muito para ser trocado devido à baixa produção de tijolos.		
Para os garfos		Produz 11 mil tijolos/semana média			
MANUTENÇÃO	TIPO DE MANUTENÇÃO				FREQÜÊNCIA
	Troca de óleo da maromba				Ano em ano
	Troca da camisa da maromba: Natreb 2 Simples				3 meses
	Manutenção dos caracóis do eixo da maromba				15 dias
	Retífica do Laminador				15 dias
	Manutenção das Pás do misturador				2 meses
SECAGEM					
SECAGEM NATURAL	PRODUTO	TEMPO DE SECAGEM		CAPACIDADE DO GALPÃO	
		VERÃO	INVERNO		
	T8F 9x19x19 (cm)	-	-	-	
Telha Colonial	24 horas	2 a 3 dias	40 milheiros		
Aproveita calor dos fornos para secagem?		Sim () Não (X)			
OBS: Possui 1 único galpão para secagem de material com capacidade de 40 milheiros de telhas. O pátio a céu aberto tem capacidade para 45 milheiros de telhas, que no verão seca as peças em 4 horas e 6 horas no inverno. Tijolos não se considera. Utiliza-se 1000 litros de água/dia para o equipamento Misturador.					
QUEIMA					
FORNO CAIPIRA	QT.	Capacidade Produto: Colonial	Cons. de lenha por queima	Tempo de eq. e queima	Tempo de resfriamento
	4	40 (2 Fornos), 35 (1 Forno) e 30 (1 Forno) milheiros	14, 12, 12 m³	31 horas	39 horas

OBS: Há 2 anos não se utilizava ventulinas no processo de queima, nas bocas de alimentação de lenha, o que aumentava o consumo de 3 m³ a cada queima, independente do forno a ser queimado. Hoje se tem uma economia considerável de lenha no processo.

Durante o processo de queima acontece normalmente o seguinte:

Período de esquento: 17h às 18h, alimentação normal de lenha, das 18h até as 3h da manhã do dia seguinte, faz parte do período de esquento, mas sem alimentação de lenha, só após as 3h da manhã inicia-se o período de queima, que leva 12 horas para ser encerrado, com a ventulina ligada, e o período de resfriamento leva 39 horas normalmente, levando um tempo de ciclo de 70 horas aproximadamente.

O consumo de lenha para se queimar mil telhas gira em torno de 0,35m³.

CONTROLE: Em Anexo

ABSORÇÃO DE ÁGUA	
USA TERMOPERES PARA CONTROLE DE QUEIMA	Sim() (X) Não
QUANTIFICA PRODUTOS FUMAÇADO	Sim(X) () Não
QUANTIFICA QUEBRA NA QUEIMA	Sim() <u>quebra média</u> : (X) Não
CONTROLA SALDO DE PRODUTOS NA SECAGEM	Sim() (X) Não
CONTROLA SALDO DE PRODUTOS NO FORNO	Sim(X) () Não
CONTROLA SALDO DE PRODUTOS NA EXPEDIÇÃO	Sim(X) () Não
QUANTIFICA O CONSUMO MÉDIO DE LENHA/MÊS	Sim(X) valor médio: 300 m ³ () Não
PRODUÇÃO QUEIMADA NOS ÚLTIMOS TRÊS MESES	2.500 milheiro/produto: Telha Colonial
CONSUMO MÉDIO DE ENEGIA ELÉTRICA/MÊS	15000 Kwh
COSTO MÉDIO DA ENEGIA ELÉTRICA/MÊS	R\$ 3800
QUAL O CUSTO PARA PRODUZIR MIL TIJOLOS 9x19x19	NO VERÃO: <u>R\$</u> INVERNO: <u>R\$</u>
QUAL O CUSTO PARA PRODUZIR MIL TELHAS: Colonial	NO VERÃO: <u>R\$ 85,00</u> INVERNO: <u>R\$ 95,00</u>

2. Ficha de Controle do Processo

Anexo 1
Tabela 58 – Ficha de Controle

CONTROLE EM PROCESSO DE PRODUTOS (Da extrusão á queima)													
Cerâmica: Santa Luzia (C3)													
Data de Início: 21/10/2008													
Produto: Telhas													
Data de Térmico:													
Forno	Peça n°	P _U (g)	C _U (cm)	OS (g)	Cs (cm)	TU (%)	RLS (%)	Pq (g)	Psat (g)	Cq (cm)	PF (%)	RLq (%)	AA (%)
1o Rolo – Piso	1	1.500	53,1	1.250	50,9	20,00	4,32	1185	1200	49,9	5,49	2,00	1,27
	2	1.450	52,6	1.250	50,6	16,00	3,95	1180	1200	49,9	5,93	1,40	1,69
2o Rolo	3	1.450	53,0	1.260	50,9	15,08	4,13	1180	1270	50,6	6,78	0,59	7,63
	4	1.520	52,8	1.260	50,7	20,63	4,14	1180	1210	50,2	6,78	1,00	2,54
3o Rolo	5	1.530	53,0	1.230	51,0	24,39	3,92	1180	1270	50,8	4,24	0,39	7,63
	6	1.530	52,8	1.220	50,8	25,41	3,94	1165	1260	50,5	4,72	0,59	7,54
4o Rolo – Topo	7	1.550	53,0	1.240	50,8	25,00	4,33	1190	1300	50,7	4,20	0,20	8,46
	8	1.550	53,0	1.240	50,9	25,00	4,13	1190	1270	50,9	4,20	0,00	6,30

Forno Estudado
Tabela 59 – Ficha de Controle do Forno Estudado

FORNO CAIPIRA				FORNO CAIEIRA			
Tamanho: L: 2,15 m; H: 2,03 m; C: 8,72 m;	V=	Capacidade: 39 m ³		Tamanho: L: _____ m; H: _____ m; C: _____ m;	V=	Capacidade: _____ m ³	
milheiros peças				peças			
Tempo de queima forno: 12 hs				Tempo de queima forno: _____ hs			
Consumo: 0,4 m ³ /milheiro				Consumo: _____ m ³ /milheiro			
Tempo de ciclo: _____ hs = _____ dias				Tempo de ciclo: _____ hs = _____ dias			
<input type="checkbox"/> Termopar para leitura <input type="checkbox"/> Termopar com software				<input type="checkbox"/> Termopar para leitura <input type="checkbox"/> Termopar com software			
FORNO REVERSIVEL RETANGULAR				TIPO DO FORNO: _____			
Tamanho: L: _____ m; H: _____ m; C: _____ m;	V=	Capacidade: _____ m ³		Tamanho: L: _____ m; H: _____ m; C: _____ m;	V=	Capacidade: _____ m ³	
peças				peças			
Tempo de queima forno: _____ hs				Tempo de queima forno: _____ hs			
Consumo: _____ m ³ /milheiro				Consumo: _____ m ³ /milheiro			
Tempo de ciclo: _____ hs = _____ dias				Tempo de ciclo: _____ hs = _____ dias			
<input type="checkbox"/> Termopar para leitura <input type="checkbox"/> Termopar com software				<input type="checkbox"/> Termopar para leitura <input type="checkbox"/> Termopar com software			

Anexo 2

CONTROLE DE QUEIMA		
CERÂMICA:		Município:
Tipo de Forno:		Produto:
Data de Início:		Data de Término:
Horário de Registro	Tempo (h)	Temperatura (°C)

3. Relatório Diário de produção

Produto: Telhas Dia: Segunda Feira 20/ 10 / 08

Tabela 60 – Relatório Diário – C3

PRODUÇÃO DIÁRIA				
PROD. P/MIN:	<u>100</u>			
PROD. P/HORA:	<u>6.000</u>			
PROD. P/DIA:	<u>49980 (8h20 de produção)</u>			
1ª PESAGEM:	<u>1450 g</u>			
2ª PESAGEM:	<u>1520 g</u>			
3ª PESAGEM:	<u>1550 g</u>			
PESO MÉDIO:	<u>1506 g</u>			
PESO TOTAL:	<u>72,3 toneladas</u>			
CONTROLE DE PARADAS				
P. P/ TROCA DE ARAME	<u>4x / dia</u>			
P. P/ TIRAR DETRITOS				
P. DO LAMINADOR				
P. DESENTUPIR CAIXÃO	<u>2x / dia</u>			
P. P/ LANCHE:	<u>8:30h (20min); 15:00 (20min)</u>			
P. P/ FALTA DE ENERGIA	<u>2x / mês</u>			
CONTROLE DE SECAGEM				
PRODUTO	ESTOQUE	PRODUÇÃO	QUEIMA	ESTOQUE TUAL
TELHAS				
TELHAS PLAN				
LAJOTAS				
TIJOLOS 9X19X19				
OBS: <u>Só produção de telhas</u>				
PRODUTOS ENFORNADOS				
FORNO N° <u>4</u>				
P. <u>Telha</u>	QUANT. <u>60 milheiro</u>			
P. _____	QUANT. _____			
ENFORNADOR:	<u>8</u>			
QUEBRA:P. _____	P. _____			
PRODUTOS QUEIMADOS				
FORNO N° <u>1</u>				
M³ LENHA	<u>10</u>	QUEIMA	<u>40</u>	mil..
ESQUENTADOR:	<u>Ruy</u>			
QUEIMADOR:	<u>Josane e Fancisco</u>			
LENHEIRO:	<u>Ruy</u>			

PRODUTOS DESENFORNADOS

FORNO N° 2

P. Telha QUANT. 40 milheiro
 P. _____ QUANT. _____
 DESENFORNADOR: 4
 QUEBRA:P. __: ____ P. __: __

FORNO N° 3

P. Telha QUANT. 35 milheiro
 P. _____ QUANT. _____
 DESENFORNADOR: 8
 QUEBRA:P. __: ____ P. __: __

BALANÇO GERAL

Produtos (peças)	Estoque (peças)	Produção Diária (peças)	Vendas (peças)	Quebra (peças)	Preço de Venda	Valor (R\$)
TELHAS PRIMEIRA	40 %	200 / semana	100 mil			
TELHAS SEGUNDA	60 %		130 mil		OBS..	
TELHAS TERCEIRA	5 %		4 mil			
TELHAS PLAN						
LAJOTAS						
TIJOLOS 23X13X8						
TOTAL						

Observações a serem avaliadas:

- Geralmente são utilizados 12m³ de lenha para uma queima de 40 milheiros, podendo variar de forno para forno.
- Vendas de telha no verão: 85 reais / milheiro; Vendas de telha no inverno: 95 reais / milheiro.
- Estão sendo enfornados 6 fornos por semana.
- Esquente de 17h às 18h e queima as 3h da manhã, tendo 12h de queima.
- Há 2 anos estão utilizando ventulina, passando a ter uma economia de 5m³ de lenha.
- Sem nenhum controle de mistura, ou seja, são misturadas todas as fracas, e também misturada todas as fortes, depois faz uma mistura com proporção de 50% da mistura fraca e 50% da mistura forte.
- De 7 em 7h ocorre mudança de casquilho.
- Tem-se também uma produção de tijolo, apenas 2h, sendo geralmente no sábado. Produz 7 milheiros/semana.

4. Conclusões

A indústria cerâmica Santa Luzia trabalha com três matérias-primas na proporção de 50 % da matéria-prima C3-1, 25 % da matéria-prima C3-2 e 25 % da

matéria-prima C3-3. A matéria-prima C3-1 foi caracterizada como o material com maior quantidade de minerais não-argilosos, principalmente quartzo e de feldspato (albita), conforme dados da análise química.

A formulação atualmente utilizada pela cerâmica apresentou propriedades tecnológicas e uma curva de Gresificação que permite a fabricação de telhas e blocos no intervalo de temperatura de 850 °C a 1050 °C. A escolha da temperatura de queima a ser utilizada dependerá da necessidade requerida pelo produto. Caso necessite uma menor absorção de água e porosidade deve-se utilizar temperaturas mais elevadas.

Das formulações desenvolvidas, a formulação “B” foi a apresentou propriedades tecnológica mais equilibrada, enquanto que a formulação “E” deve ser evita para ser utilizada para fabricação de telhas e blocos.

5.11 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Após a conclusão da presente tese, a mesma poderá ser utilizada por outros pesquisadores, empresas privadas e governamentais, estudantes de Graduação e Pós-Graduação, podendo desenvolver trabalhos futuros nas seguintes áreas de pesquisa:

- Desenvolver projetos de modificação dos fornos;
- Desenvolver projetos de mapeamento e racionalização da exploração de matérias-primas;
- Desenvolver projetos de reflorestamento e manejo florestal;
- Desenvolver projetos de redução e aproveitamento de resíduos;
- Desenvolver projetos de capacitação da mão-de-obra setorial;
- Desenvolver projetos de segurança do trabalho visando a melhoria das condições laborais na área cerâmica, e
- Projetos de Modernização.

NOTA: As demais cerâmicas que fazem parte da caracterização da área de estudo que compõem a Região do Seridó/RN, encontram-se em CD juntamente com a tese.

REFERÊNCIAS

ABC – Associação Brasileira de Cerâmica, 2001. Disponível em: <<http://www.abceram.org.br>>. Acesso em: 22 jan. 2009.

ACCHAR, W.; PEREIRA, E. A.; SANTOS, A. C. P. Queima de cerâmica vermelha a partir do gás natural no Estado do Rio Grande do Norte: potencial e aplicações. **Anais do 45º Congresso Brasileiro de Cerâmica**, Florianópolis-SC, 2001.

ALEXANDRE, J.; SABOYA JR. F.; SOARES JR., M. et al. Análise das Alterações das Propriedades Mecânicas de Produtos Cerâmicos em Função do Tempo de Queima. In: **Congresso Brasileiro de Cerâmica**, 2002.

BARDINI, C. Considerações sobre a utilização do gás natural. In: Congresso Brasileiro de Cerâmica. **Anais**. Santa Catarina. Associação Brasileira de Cerâmica, 1990.

BRASIL, **Constituição da República Federativa do Brasil**: texto constitucional promulgado em 05 de outubro de 1988, com as alterações adotadas pelas Emendas Constitucionais n^{os} 1/92 a 52/2006 e pelas Emendas Constitucionais de Revisão n^{os} 1 a 6/94. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2006.

BRUGUERA, J. **Manual Prático de Cerâmica**. Barcelona: Omega, 1986.

BUSTAMANTE, M. G., e BRESSIANI, J. C. A indústria cerâmica brasileira. **Cerâmica Industrial**, 5 (3) 2000.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações**: fundamentos. 5. ed. v. 01. Rio de Janeiro: Livros técnicos, 1994.

CARVALHO, O. O. de; LEITE, J. Y. P.; PORPINO, L. A. F. et al. Análise do processo produtivo da cerâmica CECIDA – Guarabira / PB. In: Congresso Brasileiro de Cerâmica, 45, 2001, Florianópolis. **Anais...** São Paulo: ABC, 2001. 1 CD ROM.

CARVALHO, O. O. **Perfil industrial da cerâmica vermelha no Rio Grande do Norte**, FIERN/SENAI, Natal, 2001. (CD-ROOM).

CAVALIERE, A. S. (coord.); RAAD, A. (coord.); OLIVEIRA, L. C. de (coord.). **Conservação de energia nas pequenas e médias indústrias no Estado do Rio de Janeiro: setor de cerâmica vermelha.** Rio de Janeiro: SEBRAE/RJ, dez. 1997. Relatório Final do Projeto Conservação de Energia: Estudos Setoriais Aspectos Econômicos e Tecnológicos.

DUAILIBI FILHO, J. Mercado de cerâmica vermelha estrutural. **ABC Informativo.** 1999, n26.

ELIAS, X. **A fabricação de materiais cerâmicos.** Barcelona: Ecnotermia Cerâmica S. L. Matardepera, 1995.

FIERN/CETGÁS. **Perfil da Indústria Cerâmica do Rio Grande do Norte,** 2004.

FREITAS, S. C. G. **Estudo da queima de forno gás natural.** Relatório de Estágio. DEQ/UFRN, Natal, 1998.

GOMES, C. F. **A argila “o que são e para que servem”.** Porto: Fundação Calouste Gulbenkian, dezembro de 1986.

GRIM, R. E. **Clay Mineralogy, Megraw Hill Book Company.** 2. ed. New York, 1953.

HARRINGTON, J. **Aperfeiçoando processos empresariais.** São Paulo: Makron Books, 1993.

HENRIQUES, Jr., M. F. et al. **Manual de conservação de energia na indústria cerâmica vermelha.** Rio de Janeiro, 1983.

IPT ABC (Associação Brasileira de Cerâmica apud IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo). **Qualidade na cerâmica vermelha.** São Paulo, maio 1980.

JUSTO, J. L. A. **Avaliação da distribuição de temperatura em forno cerâmico utilizando o método dos volumes finitos.** Dissertação (Mestrado), 1999.

LUBBEN, R. T. **Just in time: uma estratégia avançada de produção.** São Paulo: MacGraw-Hill, 1989.

MAFRA, A. T. **Proposta de indicadores para a indústria de cerâmica vermelha.** 1999.

MANSUR, A. A. P. et al. Mineralogy evaluation of commercial ceramic tiles. In: International Congresso n Applied Meneralogy. Águas de Lindóia – SP, 1994.

MOTTA, J. F. M.; CABRAL, Jr., TANNO, L. C. Panorama das matérias primas utilizadas nas indústrias de revestimentos cerâmicos: Desafio ao setor produtivo. **Cerâmica Industrial**, v.3, n. 4, 2001, p.30-38.

NERI, J. T. da C. F.; SILVA, W. P. da; SANTOS, Z. T. S. dos et al. Conversão de fornos cerâmicos para gás natural: a experiência do CTGÁS no Rio Grande do Norte. In: Rio Oil & Gás Expo and Conference, 2000, Rio de Janeiro. **Anais...**

NETO, G. da S. **Estudo da caracterização e gresificação de algumas argilas do Rio Grande do Norte para uso em cerâmica branca.** Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal/RN, 2000.

NORTON, F. H. **Introdução à tecnologia cerâmica.** São Paulo: Edgard Blucher, 1973.

OLIVEIRA, H. A. et al. **Influência de adições de resíduo de cal no desenvolvimento macroestrutural de revestimento cerâmico.** *Tile & Brick Int.* (1), 1997.

OLIVEIRA, S. M. de Avaliação dos blocos e tijolos cerâmicos do estado de Santa Catarina. 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFSC, Florianópolis. OK

PEREIRA, E. A.; ACCHAR, W. O potencial de uso de gás natural no RN. **Gazeta Mercantil/Gazeta do Nordeste.** Opinião, p. 2-3, ago. 2000.

PEREIRA, E. A.; ACCHAR, W; LEITE, J. Y. P.; SALES, C. R. Queima de cerâmica vermelha a partir do gás natural no Estado do Rio Grande do Norte. In: **IV Encontro Internacional de Tecnologia Cerâmica do MERCOSUL**, Florianópolis, 2001.

PILEGGI, P. Cerâmica estrutural/vermelha. **Apostila.** São Paulo: Escola SENAI Mário Amato, 1958.

PIZZETTI, J. **O uso do benchmarking para o diagnóstico setorial:** o caso da Cerâmica Vermelha Estrutural do Sul de Santa Catarina, 1999.

PORTER, M. E. **Competição – on competition**: estratégias competitivas essenciais. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

PRACIDELLI, S.; MELCHIADES F. G. Importância da composição granulométrica de massas cerâmicas para cerâmica vermelha. **Cerâmica Industrial**. vol. 2, jan-abr, 1997.

RHODES, D. **Hornos para ceramistas**. Barcelona: CEAC S.A., 1998.

RICHERSON, D.W. **Modern ceramic engineering**. 2. ed. Nova York: Marcel, 2000.

RIES, H. **Clays**: occurrence, properties and uses. 3. ed. Wiley, 1928.

SANTOS, A. C. P. **Estudo de propriedades de produtos de cerâmica vermelha com adição de feldspatos queimados com fornos elétricos e a gás**. Dissertação (Mestrado), Natal, 2003.

SCHNEIDER, S. J. Engineered Materials Handbook: ceramics and glasses. USA. **ASTM International**, 1991.v. 4. 1217p.

SEBRAE/RN em parceria com a FIERN. **Diagnóstico da Indústria Cerâmica do Rio Grande do Norte**, 2006.

SEBRAE/RN. **Pesquisa do Setor Ceramista do Seridó-Trairi**, 2000.

SEBRAE/RJ. **Máquinas e Equipamentos para Indústria Cerâmica**, 2000.

SECTEME. **Diagnóstico do setor de cerâmica vermelha em Santa Catarina**. Florianópolis: SECTEME, 1990. OK

SINGER F., SINGER, S. S. **Cerâmica industrial**. v.3. Bilbao: Urmo, 1976.

SOUZA SANTOS, P. **Ciência e tecnologia de argilas**. 2. ed. v. 1. São Paulo: Edgar Blucher Ltda., 1986.

SUDENE; ITEP. **Centro de Estudos de La Energia (1980)**: estimativa da energia incorporada a materiais de cerâmica vermelha.

VILLAR, V. S. **Perfil e perspectivas da indústria cerâmica vermelha do sul de Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado). UFSC, Florianópolis, 1988.

WALTON, M. **O método deming de administração**. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1989.

ZANDONADI, A. R. Fundamentos de tecnologia cerâmica: programa de treinamentos para terceiros países. **Apostila do curso de treinamento em tecnologia cerâmica**. São Paulo: IPT/JICA. 1988, 112p.

A N E X O

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)