

JOSÉ ANTONIO ARMANI PASCHOAL

**ESTUDOS DE PARÂMETROS DE QUALIDADE
PARA A CERÂMICA ESTRUTURAL VERMELHA**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Construção Civil da Universidade
Federal de São Carlos para
obtenção do título de Mestre em
Engenharia Civil.

São Carlos

2003

JOSÉ ANTONIO ARMANI PASCHOAL

**ESTUDOS DE PARÂMETROS DE QUALIDADE
PARA A CERÂMICA ESTRUTURAL VERMELHA**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Construção Civil da Universidade
Federal de São Carlos para
obtenção do título de Mestre em
Engenharia Civil.

Área de concentração:
Sistemas Construtivos de
Edificações

Orientador:
Prof. Dr. Almir Sales

São Carlos

2003

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

P116ep

Paschoal, José Antonio Armani.

Estudos de parâmetros de qualidade para a cerâmica estrutural vermelha / José Antonio Armani Paschoal. -- São Carlos : UFSCar, 2004.

188 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2003.

1. Estrutura em cerâmica. 2. Cerâmica vermelha. 3. Controle de qualidade. I. Título.

CDD: 691.4 (20ª)

Dedico este trabalho à minha esposa Vânia, razão maior do meu esforço e motivação, pela ajuda inestimável, sem a qual este trabalho não teria sido concluído com tanto êxito, e aos meus filhos Alex e Alan pelo amor incondicional, pela paciência e estímulos recebidos.

*Aos meus pais, Wilson e Adalgisa,
pela educação recebida, minha
eterna gratidão.*

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Almir Sales por seu exemplo de comprometimento à profissão de engenheiro civil, pela orientação segura, entusiasmo e confiança, pela amizade e paciência..

Ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos, pela oportunidade, ensinamentos e confiança.

Ao meu irmão José Octávio Armani Paschoal, pelo exemplo de ética, ensinamentos e ajuda.

Aos Professores Dr. Laércio Ferreira e Silva e Dr. Simar Vieira de Amorim, pelo apoio e colaboração.

Às empresas cerâmicas, pela gentileza, participação, apoio e confiança.

Ao Centro Cerâmico do Brasil, por toda colaboração ao longo deste trabalho.

Aos profissionais especializados do Laboratório do Centro Cerâmico do Brasil, André Botta Paschoal, Thiago Alexandre Deyuri Ronaldo M. Cesário e Valdinei Aparecido Silva, pela ajuda inestimável.

Aos colegas e amigos de trabalho: Ana Paula M. Menegazzo, Anderson, Bete, Claudia Gibertoni, Demétrius, Dimas, Douglas Dias

Triana Vargas, José Carlos Lucena, Luciana Roman da Silva, Maria Clara de Oliveira, Marcelo Dias Trindade, Maria Luiza Salomé, Maria Teresa Pérez Acevedo, Paulo Roberto de Santana, Rita de Cássia Buissa Netto e Sérgio Wigberto Risola e Thiago Botta Paschoal, pela compreensão e colaboração

Aos amigos Prof. Dr. Reinaldo Azoubel e Dra. Lina Azoubel, pelo carinho e pelas palavras de incentivo.

Aos amigos, colegas e professores do Curso de Pós-Graduação da Engenharia Civil da UFSCar, pela amizade, compreensão e confiança.

À Cecília secretária da Pós-Graduação, pela atenção e presteza às minhas solicitações.

À minha irmã Maria Aparecida Paschoal de Freitas, pela ajuda e revisão da Língua Portuguesa.

Ao meu sogro Abílio Del'Arco, pelo apoio nas horas difíceis.

Ao Félix G. Botine e JoãoPaulo pela colaboração na montagem dos textos e slides.

Aos meus irmãos, cunhadas e cunhados, sobrinhos e sobrinhas, pelos laços que nos une.

Muito obrigado.

SUMÁRIO

Dedicatória	i
Agradecimentos	iii
Lista de Figuras	ix
Lista de Tabelas	xi
Listas de Siglas	xii
Resumo	xiii
Abstrat	xiv
1. INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVOS	06
3. REVISÃO DA LITERATURA	07
3.1 Aspectos gerais da cerâmica estrutural vermelha	07
3.1.1 Evolução histórica das cerâmicas	07
3.1.2 Formação da argila	09
3.1.3 A cerâmica vermelha	12
3.2 Descrição da cadeia produtiva da telha cerâmica	14
3.2.1 Preparação da mistura das argilas para a massa de produção	16
3.2.2 Função do caixão alimentador em relação à mistura	16
3.2.3 Moagem das matérias-primas	17
3.2.4 Mistura das matérias-primas.	18
3.2.5 Laminação das matérias-primas	19
3.2.6 Processos de conformação e extrusão da matéria-prima	20
3.2.7 Corte dos bastões da matéria-prima extrudada	22
3.2.8 Prensagem	23
3.2.9.Secagem	25
3.2.10 Queima	24
3.2.11.Produto refuga e não conformes	25
3.2.12.Aspectos relativos ao meio ambiente	26
3.3 Controle tecnológico do processamento da matéria-prima (argila)	26
3.3.1 Controle para realização de ensaios laboratoriais em novas jazidas	27
3.3.2 Pesquisa geológica, planejamento e controle da lavra	27
3.3.3 Análise para a extração da argila	29
3.3.4 Controle para o sazramento	31

3.3.5 Desplastificantes	34
3.3.6 Tratamento e sazonalidade da argila	35
3.3.7 Método de formação de amostras	36
3.3.8 Homogeneização da amostra e moldagem dos corpos-de-prova	38
3.3.9 Ensaio de retração de secagem de argilas e misturas	39
3.3.10 Retração na queima de argilas e misturas	40
3.3.11 Determinação de perda ao fogo	41
3.3.12 Granulometria das argilas	42
3.3.13 Análise química das argilas	43
3.3.14 Absorção de água da argila e mistura	46
3.3.15 Porosidade e massa específica aparente	48
3.3.16 Resistência a seco das argilas e misturas	49
3.3.17 Resistência após a queima das argilas e misturas	50
3.3.18 Determinação de umidade de britagem, moagem e extrusão	50
3.3.19 Plasticidade	51
3.3.20 Dosagem na mistura	52
3.4 Controle do processo produtivo da matéria-prima (argila)	53
3.4.1 Emprego de eletroímã e integridade do equipamento	54
3.4.2 Abertura das comportas dos alimentadores	54
3.4.3 Umidade do material moído	55
3.4.4 Volume das rebarbas na mistura	55
3.4.5 Umidade da mistura	56
3.4.6 A integridade das pás dos misturadores	56
3.4.7 Adição de água na mistura	57
3.4.8 Integridade e afastamento dos cilindros na laminação	57
3.4.9 Umidade no material prensado	58
3.4.10 Moldagem da cerâmica vermelha	59
3.4.11 Umidade do material extrudado na formação das peças	61
3.4.12 Controle do vácuo da extrusora (maromba)	63
3.4.13 Afastamento dos arames da cortadeira	66
3.4.14 Distribuição da carga na secagem	67
3.4.15 Ciclo de secagem	68
3.4.16 Umidade do material seco	73
3.4.17 Perdas na secagem	73
3.4.18 Funcionamento dos ventiladores viajantes	74
3.4.19 Controle da retração da massa	74
3.4.20 Integridade das grades de apoio	75
3.4.21 Apoio das telhas nas grades de secagem	75
3.4.22 Controle da velocidade do ar	75
3.4.23 Distribuição da carga na queima	76
3.4.24 Controle do ciclo de queima	77
3.4.25 Queima da cerâmica vermelha	80
3.4.26 Controle das perdas na queima	81
3.4.27 Consumo de combustível	83
3.4.28 Organização e princípios do arranjo físico	85

3.5 Sistema da qualidade na empresa de cerâmica estrutural vermelha produtora de telhas	86
3.6 A segurança nas fábricas de cerâmica vermelha	92
4. MATERIAIS E MÉTODOS	94
4.1 Materiais	94
4.2 Métodos	95
4.2.1 Check list	95
4.2.2 Procedimentos de ensaios para a caracterização da matéria-prima	98
• Procedimentos de preparo da argila	99
• Controle por atributos da massa do corpo-de-prova	101
• Determinação da perda ao fogo da massa do corpo-de-prova	102
• Determinação da retração linear de secagem	103
• Determinação da retração linear de queima da massa do corpo-de-prova	103
• Determinação da absorção de água da massa do corpo-de-prova	104
• Determinação da impermeabilidade da massa	106
• Determinação da resistência à flexão do corpo-de-prova	106
• Determinação da porosidade aparente	107
• Determinação da tendência à formação de coração negro	108
4.2.3 Ensaios do produto acabado	109
• Determinação da massa e da absorção de água	109
• Determinação da impermeabilidade	110
Determinação da carga de ruptura à flexão	112
• Determinação da inspeção geral	113
5. RESULTADOS	114
5.1 Utilização do <i>check list</i> do CCB	114
5.1.1 Avaliação final do <i>Check List</i> , relatório de pontuação	132
5.2 Ensaios e análises realizados nas matérias-primas (mistura)	134
5.2.1 Determinação da absorção de água (ABS), perda ao fogo, flexão, retração de secagem à 110°C, retração de queima à 900°C e impermeabilidade.	135
5.2.2 Determinação da resistência à flexão dos corpos-de-prova cal-	

cinados a 900°C	135
6. DISCUSSÃO	144
6.1 Análise dos resultados obtidos por meio da aplicação do Check List do CCB em todas as etapas do sistema da qualidade	144
6.1.1 Sistema da qualidade	144
6.1.2 Controle tecnológico da matéria-prima	149
6.1.3 O controle do processo produtivo	151
6.2 Análise dos ensaios laboratoriais	153
6.2.1 Controle tecnológico da matéria-prima	153
6.2.2 Controle tecnológico do produto acabado	157
6.3 Proposta de fluxograma de diagnóstico para a avaliação da conformidade da telha cerâmica estrutural vermelha	159
6.3.1 Instrumentos utilizados para elaboração da proposta do fluxograma de diagnóstico	160
6.3.2 Fluxograma de diagnóstico proposto	162
7. CONCLUSÕES	175
7.1. Sugestões para o prosseguimento da pesquisa	177
ANEXO	179
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	184

LISTA DE FIGURAS

Figura	Enunciado	Página
1	Tipos de telhas cerâmicas desenvolvidas no Brasil.	12
2	Organograma do processo de preparação e conformação da telha cerâmica.	15
3	Britador de mandíbulas, equipamento para redução de argilas.	17
4	Demonstração do Moinho de Martelo, equipamento para moagem de grãos de argilas.	18
5	Equipamento misturador, para umidificação e mistura das argilas.	18
6	Demonstração do equipamento laminador, destinado ao refino das argilas.	20
7	Apresentação do equipamento de extrusão (maromba).	21
8	Apresentação da boquilha de extrusão.	21
9	Apresentação do cortador tipo estrela.	22
10	Prensa excêntrica.	23
11	Prensa molde.	24
12	Demonstração de formação de coração negro no produto cerâmico.	33
13	Curvas de Bigot, retração de secagem das argilas.	39
14	Apresentação do jogo de peneiras.	42
15	Apresentação do equipamento desintegrador.	55
16	Apresentação do equipamento misturador.	57
17	Apresentação dos equipamentos laminadores.	58
18	Apresentação dos equipamentos prensas excêntricas para a conformação de telhas cerâmicas.	59
19	Apresentação do equipamento extrusora (maromba) para a conformação dos bastões extrudados.	62
20	Apresentação do equipamento cortadeira estrela para o corte dimensional do bastão das telhas cerâmicas.	67
21	Demonstração do diagrama de secagem no interior de um secador semicontínuo.	69
22	Demonstração de perda de água na secagem da argila.	69
23	Demonstração da velocidade de perda de água e curva de retração de secagem de argila.	70
24	Demonstração de fissuras e trincas laterais em produtos cerâmicos.	72
25	Demonstração em corte de um forno e a movimentação dos gases, na queima, no seu interior.	78
26	Forno Hoffmann.	78

27	Curva de queima de um forno Hoffmann.	78
28	Demonstração do fluxo dos gases no interior do forno.	80
29	Modelo de sistema de gestão da qualidade baseado em processo da NBR ISO 9001 (2000).	91
30	Argilas que integram a mistura da massa para produção da telha cerâmica.	99
31	Representação do quarteamento da mistura.	100
32	Moagem das argilas no moinho de rolo (CCB, 2003).	100
33	Extrusão das massas de argila para a composição dos corpos-de-prova (CCB, 2003).	101
34	Presença de coração negro no produto cerâmico.	108
35	Representação gráfica do desempenho das empresas cerâmicas na variável sistema da qualidade e responsabilidade da administração.	116
36	Representação gráfica do desempenho das empresas cerâmicas na variável procedimento para aquisição.	117
37	Representação gráfica do desempenho das empresas cerâmicas na variável matéria-prima.	119
38	Representação gráfica do desempenho das empresas cerâmicas na variável controle do processo produtivo.	122
39	Representação gráfica do desempenho das empresas cerâmicas na variável controle de produto acabado.	124
40	Representação gráfica do desempenho das empresas cerâmicas na variável auditoria.	125
41	Representação gráfica do desempenho das empresas cerâmicas na variável treinamento.	127
42	Representação gráfica do desempenho das empresas cerâmicas na variável assistência técnica.	128
43	Representação gráfica do desempenho das empresas cerâmicas na variável pesquisa e desenvolvimento.	130
44	Representação dos resultados gerais obtidos em todas as etapas do sistema da qualidade nas empresas cerâmicas.	131
45	Determinação da absorção de água dos corpos-de-prova das massas utilizadas pelas empresas cerâmicas.	137
46	Determinação da retração linear na secagem (110°C), queima (900°C) e determinação da perda ao fogo.	137
47	Demonstração do ensaio de resistência à flexão do corpo-de-prova.	138
48	Determinação da impermeabilidade após a queima a (900°C).	139
49	Determinação da absorção de água dos corpos de prova dos produtos acabados fabricados pelas empresas cerâmicas.	141
50	Determinação da resistência a flexão dos corpos-de-prova dos produtos acabados fabricados pelas empresas cerâmicas.	142
51	Determinação da impermeabilidade dos corpos-de-prova dos produtos acabados pelas empresas cerâmicas.	143

52	Demonstração das telhas das empresas desta pesquisa e equipamentos utilizados para a determinação do dimensional.	143
53	Determinação do dimensional dos corpos-de-prova os produtos acabados fabricados pelas empresas cerâmicas.	144
54	Diagrama de causa e efeito de ISHIKAWA, K. utilizado por MITIDIERI FILHO e IOSHIMOTO (1986)	161
55	Fluxograma das etapas e atividades envolvidas na avaliação da conformidade do processo produtivo da telha cerâmica vermelha CAMPOS (2002).	162
56	Fluxograma de diagnóstico	165
57	Cesta de avaliações	174

LISTA DE TABELAS

Tabelas	Enunciado	Página
1	Valores da retração linear de secagem de argilominerais.	41
2	Valores de retração de queima de alguns argilominerais.	42
3	Interpretação dos resultados da perda ao fogo.	43
4	Composição granulométrica em relação aos tipos de produtos.	44
5	Componentes importantes das argilas e suas principais características.	46
6	Relação entre absorção da água em porcentagem (%) e as características estimadas.	48
7	Valores de resistência à flexão após secagem a 110°C argilominerais.	50
8	Resultados do ensaio de umidade de extrusão em porcentagem.	52
9	Valores da plasticidade da argila em porcentagem (%) relacionados aos argilosminerais.	53
10	Estado de moldagem segundo a porcentagem de água, por processo de conformação e o exemplo de produtos.	60
11	Perdas na queima.	81
12	Consumo de combustível por milheiro.	83
13	Instrumento de coleta de dados Check List (CCB) do primeiro requisito das avaliações.	94
14	Pontuação atingida pelas empresas cerâmicas na variável sistema da qualidade e responsabilidade da administração.	112
15	Pontuação atingida pelas empresas cerâmicas na variável do procedimento para aquisição.	114
16	Pontuação atingida pelas empresas cerâmicas na variável matéria-prima.	116
17	Pontuação atingida pelas empresas cerâmicas na variável controle do processo produtivo.	118
18	Pontuação atingida pelas empresas cerâmicas na variável controle de produto acabado	120
19	Pontuação atingida pelas empresas cerâmicas na variável auditoria.	122
20	Pontuação atingida pelas empresas cerâmicas na variável treinamento.	123
21	Pontuação atingida pelas empresas cerâmicas na variável assistência técnica.	125
22	Pontuação atingida pelas empresas cerâmicas na variável pesquisa e desenvolvimento.	126
23	Auditoria do sistema da qualidade da empresa cerâmica A(1) segundo a pontuação alcançada.	129
24	Pontuações e porcentagens alcançadas pelas empresas cerâmicas.	131
25	Resultado dos ensaios realizados nos corpos-de-prova das massas utilizadas pelas indústrias de telhas cerâmicas	132
26	Resultado dos ensaios e análises realizados nos produtos acabados, fabricados pelas indústrias de telhas cerâmicas.	136

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas.
ATD	Análise térmica diferencial.
CCB	Centro Cerâmico do Brasil.
CDHU	Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo.
CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes.
E.P.I.	Equipamento de proteção individual.
EPC's	Equipamentos de proteção coletiva.
INMETRO	Instituto de Metrologia.
IPT	Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo.
ISO	International Organization for Standardization.
NBR	Normas Técnicas Brasileiras.
PIB	Produto Interno Bruto.
PPRA	Programa de prevenção de riscos ambientais.
QUALIHAB	Programa de Qualidade Habitacional.
RBLE	Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios.
SINDUSCOM	Sindicato da Indústria da Construção Civil.

RESUMO

A construção civil está exigindo qualidade, para a redução de desperdícios e custos. A cerâmica vermelha, tijolos e telhas têm sido alvo desse sistema. Os Programas de Qualidade visam à certificação das cerâmicas dentro das normas (NBR ISO 9000). Objetivam os controles exigidos a serem mantidos nos produtos. O INMETRO e a certificadora, Centro Cerâmico do Brasil (CCB) fiscalizam, por meio de ensaios laboratoriais, o produto cerâmico das empresas certificadas. Este trabalho propõe avaliar o sistema da qualidade e do processo de fabricação da telha cerâmica vermelha; levar contribuição às micro e pequenas empresas; realizar análises laboratoriais das matérias-primas e dos produtos acabados das indústrias que apresentem dificuldades desses controles. Por meio de um fluxograma de diagnóstico, avaliar e orientar, otimizando a operacionalização do sistema ou parte dele. Foram utilizadas 12 empresas cerâmicas em 4 regiões do Estado de São Paulo, 3 certificadas no sistema da qualidade, 3 em processo de certificação e 6 que ainda não iniciaram. Pelos resultados encontrados conclui-se a importância do Sistema da Qualidade nas empresas com a adoção das normas, para que elas tenham controles eficientes, redução de desperdícios e produtos conformes. As matérias-primas do Estado de São Paulo são de boa qualidade para as telhas cerâmicas e necessitam, apenas, de acompanhamento tecnológico. A partir das análises realizadas foi possível desenvolver o fluxograma de diagnóstico que permite avaliar a qualidade e o processo produtivo, a ser inserido no “*Palm Top*”, onde eletronicamente poderá ser aplicado, pontualmente, em cada etapa da fabricação.

ABSTRACT

Civil construction demands quality in terms of reduction of waste and costs. Red ceramic, bricks and tiles have been targets in this effort. The Quality Programs seek to certify ceramics within norms (NBR ISO 9000), whose objectives are the controls demanded for these products. INMETRO and the agent of certification, Ceramic Center of Brazil (CCB), enforce, by means of laboratory analyses, the ceramic product of certified businesses. This work aims to evaluate the quality control system and manufacturing process of red ceramic tile, contributing to micro and small businesses by completing laboratory analyses of raw materials and end products of industries that present difficulties in terms of such controls. By means of a diagnostic fluxogram, evaluating and orientating, the operation of the process is optimized in full or in part. Of the 12 businesses utilized, distributed among 4 regions of the state of São Paulo, 3 were certified in the Quality System, 3 in the certification process, and 6 still uninitiated. The results found indicate the importance of the Quality System in businesses that have the adopted the norms, for which they have efficient controls, in terms of product conformity and reduction of waste. The raw materials of the state of São Paulo are of good quality for ceramic tiles and require only technological accompaniment. From these completed analyses it was possible to develop a diagnostic fluxogram that permits evaluation of quality and the production process, to be inserted in a "Palm Top", where electronically it can be applied promptly at each step of fabrication.

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil está exigindo novos procedimentos e pesquisas em torno da qualidade dos serviços, dos produtos e da redução de custos pela racionalização de técnicas construtivas (QUALIHAB, 1996).

Da mesma forma, como em todos os seguimentos de materiais de construção, a cerâmica estrutural vermelha, em especial, tijolos e telhas, tem sido foco desta observação. O Programa de Qualidade Habitacional (QUALIHAB), desenvolvido pelo governo do Estado de São Paulo e aderido por diversas instituições brasileiras, para qualificar ou certificar as indústrias cerâmicas, tem lançado mão de instrumentos como as Normas Internacionais da Qualidade, assim como as Normas Técnicas Brasileiras (NBR) específicas para cada produto cerâmico. Essas normas objetivam o controle das características mínimas exigidas a serem observadas e mantidas nos produtos e no sistema que a envolve (QUALIHAB, 1996).

Os programas da qualidade vêm sendo implementados pelos órgãos oficiais, como o Instituto de Metrologia (INMETRO) e a certificadora credenciada, o Centro Cerâmico do Brasil (CCB), que fiscaliza, com uma periodicidade constante, por meio de ensaios laboratoriais, o produto cerâmico por amostragem, colhendo-o tanto na indústria como no comércio (QUALIHAB, 1996).

A indústria de cerâmica estrutural vermelha possui uma representatividade muito importante na economia do país, movimentando 2,5 bilhões de dólares ao ano, que significa, cerca de 1 % do Produto Interno Bruto (PIB). Entre 8.500 a 11.000 unidades, no país, produzindo cerca de 2 bilhões de peças mês, contribui socialmente com a geração de empregos diretos entre 250 a 400 mil, ocupando, em média de 25 a 30 pessoas por empresa. O produto cerâmico pode ser utilizado amplamente na construção civil, pelo fato de apresentar grande aplicabilidade (LOSSO e ARAÚJO, 1994; BUSTAMANTE e BRESSANI, 2000, TAPIA et al, 2000).

Atualmente no Brasil tem-se uma produção anual, em torno de 60 milhões de toneladas de produto acabado, gerando 700 mil empregos diretos e indiretos em toda a cadeia produtiva da cerâmica estrutural vermelha.

Em diversas regiões do Brasil verifica-se a presença de mão-de-obra não qualificada gerando má conformação dos produtos e desperdícios em torno de 33% no processo produtivo.

A redução dos desperdícios na construção, por meio da adoção de novas técnicas, tem forçado os fabricantes a produzirem componentes cerâmicos conformes atendendo aos processos de qualidade e, sem dúvida, a qualificação da mão-de-obra está inserida nestas transformações como peça relevante para a melhoria contínua no setor.

Para a análise das características estruturais, desempenho e durabilidade dos componentes de cerâmica estrutural vermelha faz-se necessário conhecer e identificar a cadeia produtiva em que estes produtos obtiveram seu processo de conformação de maneira retrospectiva.

Dentre as produções industriais de grande série, a cerâmica vermelha apresenta uma tipologia de elementos modulares extensa. Uma subdivisão de tais elementos pode ser

estabelecida com base em sua função específica nas construções, como os tijolos e blocos para paredes portantes ou não; as telhas e cumeeiras para cobertura, e os blocos leves para pisos, ou para todas aquelas obras civis com superfícies horizontais ou, em alguns casos, inclinadas.

Os componentes cerâmicos empregados nas edificações possuem características próprias de forma e função visando atender os aspectos estéticos, resistência mecânica entre outros, assim como, garantir a proteção contra agentes térmicos e atmosféricos em geral (FACINCANI, 2002).

Na fase produtiva o componente cerâmico recebe acabamentos particulares, segundo a sua utilização, objetivando atender os mais variados aspectos construtivos, projetos de estética, locais de aplicação e inovação tecnológica que a matéria-prima possibilite.

Dessa forma, recentemente a produção da cerâmica vermelha está bem definida para as diversas tipologias construtivas. A garantia da qualidade nos produtos cerâmicos, principalmente na cerâmica estrutural vermelha, será alcançada a partir do momento em que houver transformações na cultura dos consumidores que, na maioria das vezes, escolhem o produto em função do preço unitário, sem levar em consideração a qualidade, desempenho e durabilidade que esses produtos deverão apresentar ao longo de sua vida útil (OLIVEIRA, 1993).

Mudanças de cultura e comportamento devem permitir o estabelecimento da conformidade dos produtos a partir da aplicação efetiva do código de defesa do consumidor, onde fica estabelecida a obrigatoriedade de comercializar produtos dentro das normas técnicas vigentes. Ao se respeitar essas leis, fabricantes, representantes de vendas e construtoras, terão preocupação com a qualidade dos produtos oferecidos aos consumidores.

Neste processo destaca-se também, a preocupação das construtoras, pela busca da certificação da qualidade necessitando consumir e aplicar insumos e componentes conformes em suas obras. Estabelece-se assim, o atendimento aos documentos e registros que deverão gerar no canteiro de obras de suas construções, exigindo dos fabricantes atestados de qualidade de todos produtos utilizados, contribuindo sobremaneira com o processo da qualidade contínua na construção civil (OLIVEIRA, 1993).

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

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

A maior parte se constitui em micro e pequenas empresas e possuem características de estrutura familiar, com mão-de-obra não qualificada, uma grande variação dos índices de produção devido a problemas com clima, equipamentos, demanda, ocorrência e custos de transporte, a não utilização de normas técnicas e a ausência de assessoria técnica externa. Essas características estão entre as dificuldades para a implantação do sistema de qualidade para as cerâmicas nacionais. Em conseqüência disso incidem a inexistência de planejamento estratégico, as variações das características dos produtos e atraso tecnológico, a má qualidade das argilas, pela ausência de laboratórios para ensaios de materiais, e, principalmente, o desconhecimento e atuação incorreta das

técnicas de conformação, tanto para a secagem como queima dos produtos cerâmicos (OLIVEIRA, 1993; PIZZETI, 1999).

Atualmente, espera-se que a implantação e implementação do processo da qualidade nas indústrias cerâmicas devam atender aos procedimentos e controles em todas as etapas do processo de fabricação, visando também, no futuro, a reciclagem das micro e pequenas empresas (olarias) familiares que se tornarão com o tempo, empresas modernas, integradas ao sistema da qualidade preconizadas pelas normas ISO 9000, reduzindo desperdícios e controlando seus processos produtivos (LOSSO e ARAÚJO, 1994).

É possível identificar o que há de mais crítico dentro das empresas cerâmicas, ao longo do processo produtivo, principalmente no que diz respeito a cada etapa de produção, como por exemplo, a redução de perdas dos produtos, nos momentos de cargas e descargas, secagem, queima, armazenamento e transporte final e no desperdício de energia elétrica e térmica (LATTES, 1994).

Como o mercado consumidor está cada vez mais exigente quanto a utilização de materiais com qualidade certificada, os produtos cerâmicos devem ser inseridos nesses programa pelos seus fabricantes.

Desta maneira, torna-se necessário desenvolver estudos sobre a cadeia produtiva, desde as fontes de matérias-primas, seu correto aproveitamento, extração, transporte, estocagem e elaboração, seguindo as fases de produção, com a preparação da massa, extrusão, prensagem, secagem e queima, até a estocagem do produto acabado (PEDRASSANI, 2002).

2. OBJETIVOS

Este trabalho apresenta como objetivos:

Objetivo geral

Avaliar e propor procedimentos para otimizar as principais etapas do processo da matéria-prima e a fabricação de telha cerâmica vermelha, por meio de um instrumento de diagnóstico e avaliação, nas micro e pequenas empresas cerâmicas, em especial, naquelas que ainda não iniciaram a implantação de um sistema de qualidade ou que se encontram em fase de implementação.

Objetivos específicos

- Fomentar a utilização das normas ISO 9000 – 2000, no que diz respeito ao envolvimento da alta administração, treinamentos dos setores no sistema da qualidade, implantação de procedimentos, instruções de trabalho e controles funcionais específicos, visando a conformidade da telha cerâmica.
- Realizar análise crítica com relação às matérias-primas, a qualidade e viabilidade para a fabricação de telhas cerâmicas nas micro e pequenas empresas, assim como a rastreabilidade da conformidade do processo de produção a partir dos resultados.
- Sugerir diferentes procedimentos específicos para as empresas que apresentem dificuldades de controles de conformidade da matéria-prima e do produto acabado, por meio de um fluxograma de rastreabilidade e diagnóstico, avaliação e orientação para as correções, visando otimizar a operacionalização do sistema ou parte dele.

3. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo serão apresentados os principais aspectos relacionados à cerâmica estrutural vermelha, desde a sua evolução histórica até as definições e variáveis inerentes ao processo de fabricação e controle.

3.1 Aspectos gerais da cerâmica estrutural vermelha

Neste item serão tratados os aspectos referentes às cerâmicas, à conformação e aplicações inerentes ao material.

3.1.1 Evolução histórica das cerâmicas

Em 6000 aC. os homens já utilizavam os materiais que retiravam da natureza, como a madeira e a argila, para a confecção de utensílios rudimentares. Observaram, com o tempo, que este último material endurecia quando exposto ao calor e ao sol e, uma vez queimado, mantinha sua integridade física sem alterações quando em contato com a água. A partir desta descoberta, muitos componentes foram acrescentados à mistura, com as argilas alterando suas características de resistência, assim como foram inovados os tratamentos térmicos (NORTON, 1973; VERÇOSA, 1975; PETRUCCI, 1979; BAUER, 1994).

Além da confecção de utensílios para as atividades diárias, as cerâmicas passaram a ter também uma conotação artística e cultural, que se perpetua até os nossos dias. As primeiras pinturas nessas peças foram descobertas em povos primitivos que desenvolveram técnicas como a de pedrinhas esfaceladas e misturadas com água que se tornavam fáceis de trabalhar em argilas, para fabricação de peças a quente.

A partir daí, o conhecimento do uso das cerâmicas foi difundido em todos os povos, estampando sua época, a harmonia por meio de variado uso de cores e os mais variados tipos e modelos de peças e objetos, sendo que, os primeiros a apresentarem as artes nas cerâmicas, foram os egípcios com seus potes de água manufaturados.

Os chineses produziam, desde 3000 aC., os vasos esmaltados e translúcidos conhecidos como as porcelanas chinesas e, em 2000 aC., foi desenvolvida, por um artesão no Mediterrâneo, a roda de madeira com pedal, facilitando a produção de potes e vasos regulares com superfícies lisas e bem acabadas.

No Mediterrâneo foram os gregos que dominaram a arte e a qualidade na fabricação dos objetos de cerâmica, como os vasos de Atenas e Samos, na região da Itália. Os etruscos, por volta de 1000 aC., produziam os vasos esmaltados de elevada qualidade, considerados mais objetos de arte do que propriamente de uso cotidiano. Com as constantes invasões e dominações entre os povos, disseminou-se a cultura artística adicionando-se às experiências locais habilidades de outros povos. A técnica desenvolvida em cerâmicas artísticas na Pérsia influenciou a Sicília, Espanha e Ásia Menor. Na Itália, somente no Renascimento desenvolveram-se indústrias com estilos próprios.

No Brasil, na ilha de Marajó, está presente o mais antigo centro de cerâmica artística com estilo próprio, o Marajoano, que compreende técnicas com precisão artesanal muito

bem definidas, permitindo resultados de alta qualidade e valor artístico, agregado de relevância. As peças envernizadas eram cozidas até 20 vezes para se atingir o brilho do bronze e a transparência da água.

Com as descobertas das propriedades físico-químicas, suas estruturas subatômicas que envolvem os elétrons nos átomos e suas interações com seus núcleos, facilitaram o aprimoramento das características estruturais das cerâmicas. Com o desenvolvimento de muitas tecnologias e experimentos, a cerâmica se fez presente na área científica que a tem desenvolvido e utilizado para muitas finalidades por suas características: anticorrosiva, alto poder de fusão e resistência. Como revestimento, permite melhoria no conforto, principalmente em países tropicais, tornando-se acessível a todas as classes sociais, quando anteriormente, era privilégio de pessoas mais nobres (NORTON, 1973; VERÇOSA, 1975; PETRUCCI, 1979; BAUER, 1994).

3.1.2 Formação da argila

As jazidas de materiais argilosos, para a cerâmica vermelha, são encontradas em grande quantidade e em todas as partes do mundo, derivando-se das matérias-primas por transformações ocorridas nas rochas primárias por meio de:

- ações de fraturamento: resfriamentos da crosta terrestre, desabamentos de montanhas deixando expostas superfícies novas, erosões pelas águas e ventos entre outras; subdivisões por abrasão provocadas pelo transporte das águas e pelo vento;
- deposição de vários materiais com procedência distinta, formando depósitos pela ação de transporte pelas águas que provocaram separação nas partículas pelo peso e

dimensões. A alternância das estações climáticas, o fluxo das águas, dos ventos e outros fenômenos naturais caracterizam a formação das camadas e dos depósitos de argilas e, principalmente, pelos tipos de minerais e elementos depositados originários de outras rochas e componentes da natureza;

- transformações químicas produzidas muitas vezes pelas variações das altas temperaturas e pressões produzidas pelos fenômenos naturais;
- contato e oxidação, presentes entre os elementos das superfícies desagregadas provocando alterações com o tempo;
- contato entre as partículas de substâncias diferentes originadas pela degradação de elementos diversos da natureza que, ao longo do tempo, vão fundindo e se interagindo, sendo que esses processos são resultantes de ações constantes e muitas vezes repetitivas, até mesmo contemporaneamente, contribuindo com a formação dos depósitos de argilas (CHIARA et al, 2000).

As argilas são formadas por rochas que sofreram transformação e o solo que, acumulado nas fendas oceânicas e leitos de rios por meio de fenômenos químicos de diferentes minerais entre eles o feldspato, sofreu aglomeração através da atração das partículas da rocha. Muitas vezes encontram-se argilas mais puras com apenas um tipo de material argiloso ou predominando um material determinado, como no caso do feldspato que aparece em grande quantidade e variedades formando várias espécies de argilas (NORTON, 1973; VERÇOSA, 1975; PETRUCCI, 1979; BAUER, 1994).

Por meio do intemperismo formam-se argilas residuais encontradas onde ocorreu decomposição química das rochas. Neste processo estão presentes soluções ácidas e alcalinas juntamente com álcalis, alumina, sílica entre outros elementos que formarão a argila ao longo do tempo.

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

A construção civil é um dos setores que mais consome produtos à base da argila, a qual permite a fabricação de diversos componentes utilizados para várias finalidades dentro das obras civis, como por exemplo: em condutos e manilhas de barro são usadas as argilas e argilitos provenientes dos folhelhos adensados com grande quantidade de caulinitas e ilitas de cavas profundas; na fabricação de tijolos e telhas de barro as argilas devem ser plásticas o suficiente para serem moldadas, podendo ser utilizadas argilas e argilitos de cavas superficiais. Na busca da melhoria da qualidade desses materiais faz-se necessário explorar as argilas e argilitos de cavas mais profundas (NORTON, 1973; VERÇOSA, 1975; PETRUCCI, 1979; BAUER, 1994).

A localização das empresas cerâmicas deve ser próxima aos grandes centros consumidores para se evitar gastos excessivos com transporte, que inviabilizam a comercialização desses produtos. Da mesma forma, muitas empresas acabam utilizando matérias-primas de baixa qualidade argilosa pela inexistência de jazidas próximas aos centros de consumo, comprometendo a conformidade do produto final. Para as indústrias que fabricam materiais refratários, necessita-se de um material mais específico como as argilas conhecidas como refratárias que suportam temperaturas acima de 1500°C e apresentam na sua composição caulinitas minerais. Nesse tipo de produto cerâmico são utilizados outros materiais que auxiliam a queima em temperaturas mais elevadas e resistem ao calor posteriormente à sua produção.

3.1.3 A cerâmica vermelha

Na construção civil são utilizados diversos modelos de telhas destinadas à cobertura das edificações. A cor característica avermelhada que comumente é observada nas telhas de barro é decorrente da presença da oxidação de compostos de ferro liberados no processo de queima, os quais provocam a tonalidade avermelhada no produto final, fazendo com que a tonalidade seja variada, segundo mais ou menos intensa a quantidade de óxido de ferro constante na matéria-prima, assim como de outros materiais e da atmosfera do tratamento térmico (ABC, 2002).

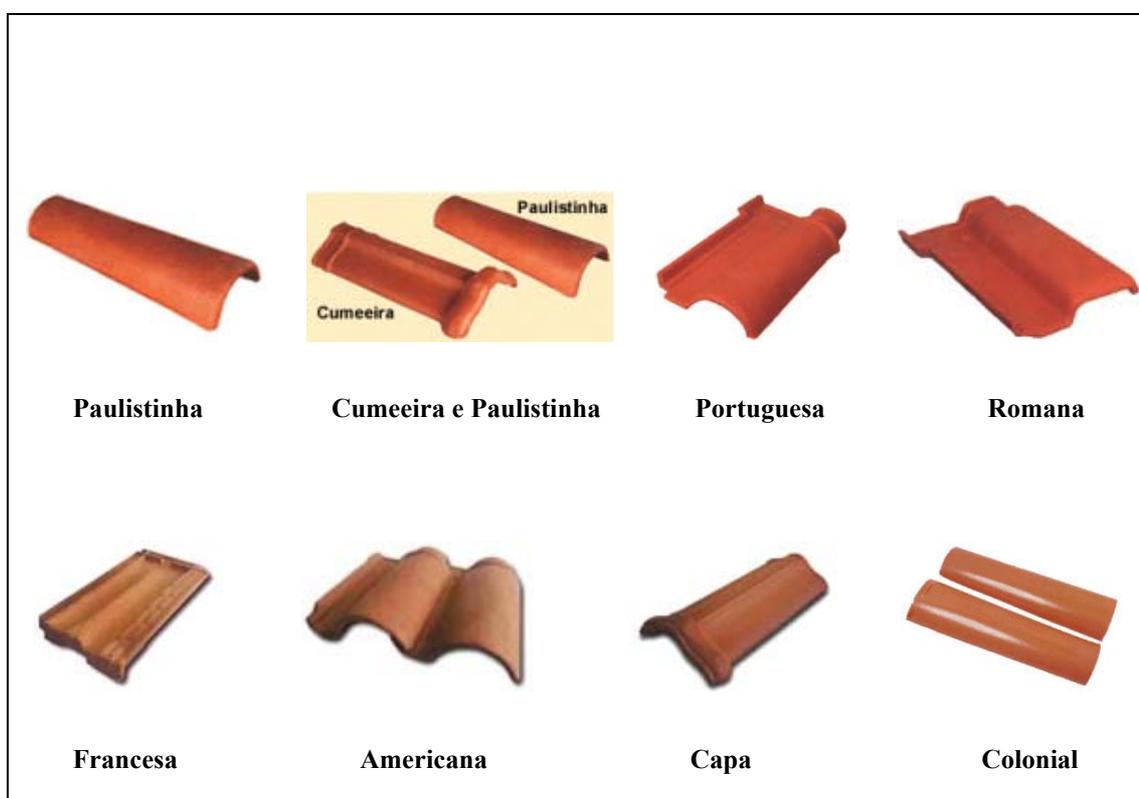


Figura 1. Tipos de telhas cerâmicas desenvolvidas no Brasil (GIBERTONI, 2001).

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

As matérias-primas argilosas recebem, nos diversos estados, nomes que variam em cada região do Brasil. As presentes no Estado de São Paulo são nomeadas segundo a sua utilização, como:

- **Argilas de várzea:** são facilmente encontradas às margens de rios ou banhados e apresentam textura como: terrosa, esfarelada e em torrões, granulometria fina, o que contribui com elevação da plasticidade quando umedecidas, tendo papel importante quando utilizada como ligante ou plastificante da massa, sendo que sua coloração típica varia do cinza ao preto, que após a queima, varia do rosa ao vermelho. Neste material normalmente são encontradas impurezas como: quartzo, mica e matéria orgânica, esta última, por sua vez, pode ser responsável, quando em teor elevado, pelas perdas de contração durante a queima do produto.
- **Argila de morro:** apresentam na sua concepção, texturas terrosas, granulares ou em blocos, desfazendo-se em pequenos blocos. Por sua baixa plasticidade, varia também a sua tonalidade, entre vermelha e amarelada após a queima. Na sua composição apresentam-se o quartzo, às vezes, o feldspato como impurezas e pouca

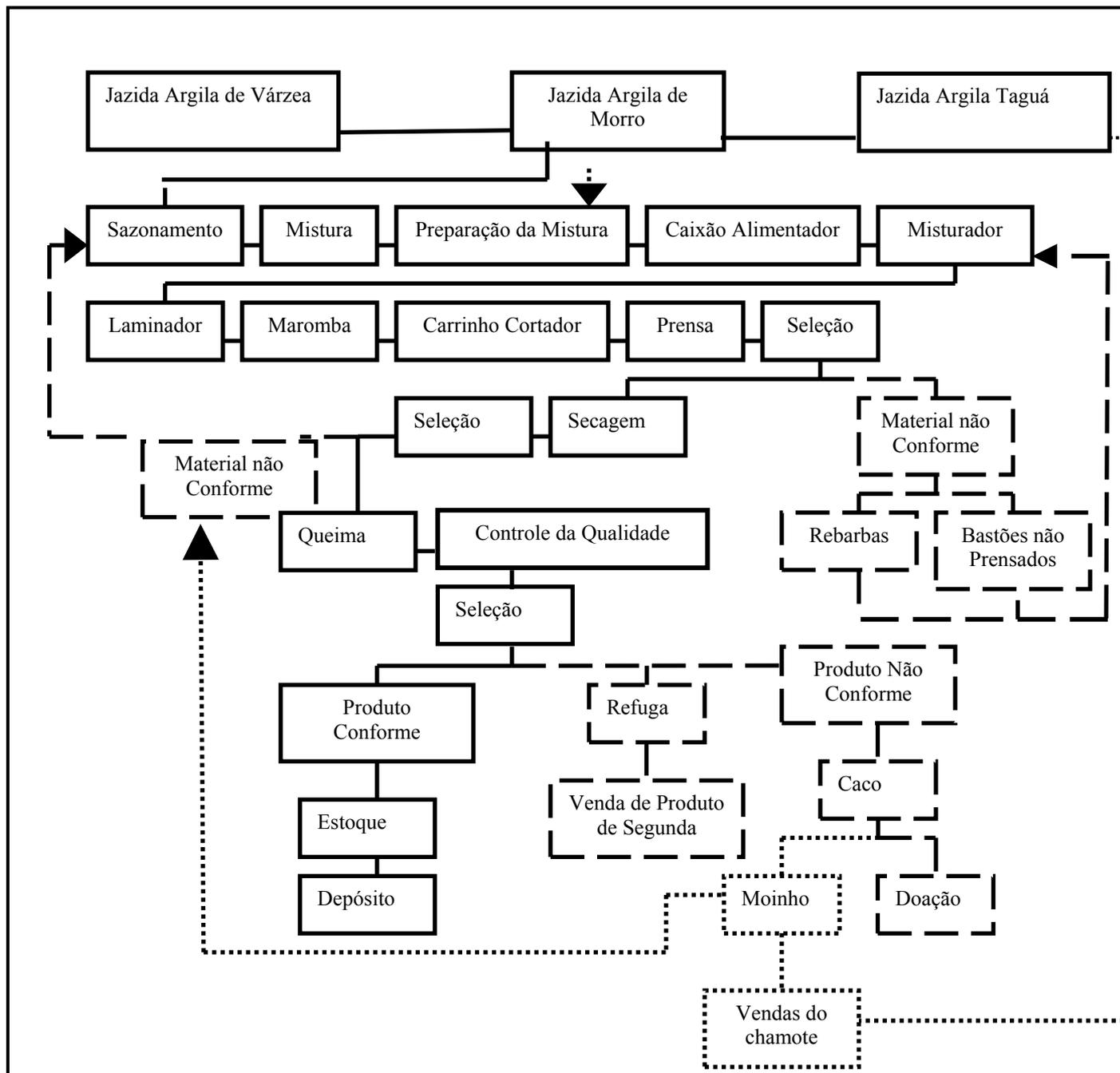
matéria orgânica. Nessas argilas são comuns a presença de seixo, cascalhos e carbonatos.

- **Argilas tipo taguá:** encontradas em encostas de morros e sob rios em camadas profundas, são geralmente muito duras e de cores variadas predominando o vermelho e o cinza. Para a sua extração, são necessários equipamentos e máquinas pesadas e até mesmo, dinamites, devendo ser moída antes da mistura final para a produção.

As cerâmicas estruturais vermelhas como os tijolos e telhas e outros componentes como os ladrilhos e tubos cerâmicos, derivam das argilas de coloração avermelhada. Esta cor ocorre pela presença do óxido de ferro na mistura final da massa para a produção de tais componentes (NORTON, 1973; VERÇOSA, 1975; PETRUCCI, 1979; BAUER, 1994).

3.2 Descrição da cadeia produtiva da telha cerâmica

A descrição da cadeia produtiva da telha cerâmica está sintetizada na forma de um organograma apresentado na Figura 2.



Legenda:

Produtos Não Conforme:

Refugos para chamote: - - - - -

Figura 2. Organograma do processo de preparação e conformação da telha cerâmica (CCB, 2001).

Para um melhor entendimento das diversas etapas do processo de produção e certificação da telha cerâmica vermelha, a seguir serão apresentados os principais aspectos inerentes ao processo em estudo.

3.2.1 Preparação da mistura das argilas para a massa de produção

Como demonstra o fluxograma da Figura 2, a massa de argila utilizada para a fabricação dos produtos cerâmicos foi definida após os ensaios de caracterização necessários para se chegar a formulação mais adequada para se obter o atendimento das normas técnicas brasileiras para a conformidade das telhas cerâmicas. Uma vez definida e cumprido o período de sazonalidade (descanso de seis meses no monte e mais seis meses no pátio da empresa, antes da utilização), analisa-se a viabilidade econômica de utilização da massa como, consumo de energia (elétrica e lenha) e mão-de-obra para a produção (CCB, 2001).

3.2.2 Função do caixão alimentador em relação à mistura

Após a preparação da mistura e definindo-se a massa final para a produção encaminha-se ao caixão alimentador para sofrer uma desagregação dos grãos por meio de destorreadores e desintegradores, tornando os blocos de argilas em menores dimensões e mais uniformes (CCB, 2001).

3.2.3 Moagem das matérias-primas

Os equipamentos de redução dos grãos das matérias-primas cerâmicas usados são: britador de mandíbulas (Figura 3), moinho de martelos (Figura 4), misturador (Figura 5) e laminador (Figura 6).

A moagem se faz necessária para reduzir o tamanho dos sólidos, desenvolvendo-se assim, maior superfície de contato entre os grãos, facilitando a reação química e a homogeneização entre os sólidos.

A escolha de equipamento para moagem é obtida por meio de resultados práticos e em função das propriedades físicas da argila a desagregar (CCB, 2001).

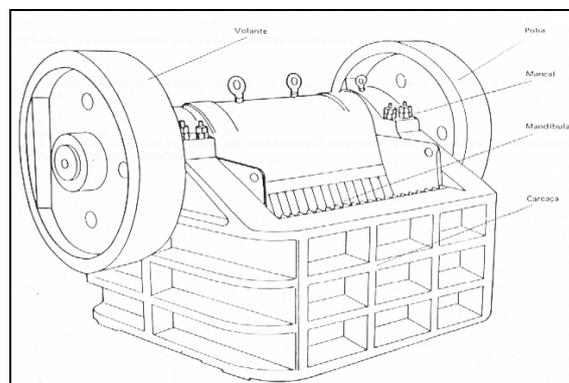


Figura 3. Britador de mandíbulas, equipamento para redução de argilas (CCB, 2001).

Serve para reduzir em pequenas partes as matérias-primas que chegam das jazidas às indústrias. É encontrado com funções contínuas ou periódicas. A trituração acontece por meio do movimento abrir e fechar das mandíbulas, que reduz o tamanho do material. A umidade de trabalho da matéria-prima deve ser em torno de 5% para que o material não grude no equipamento (CCB, 2001).

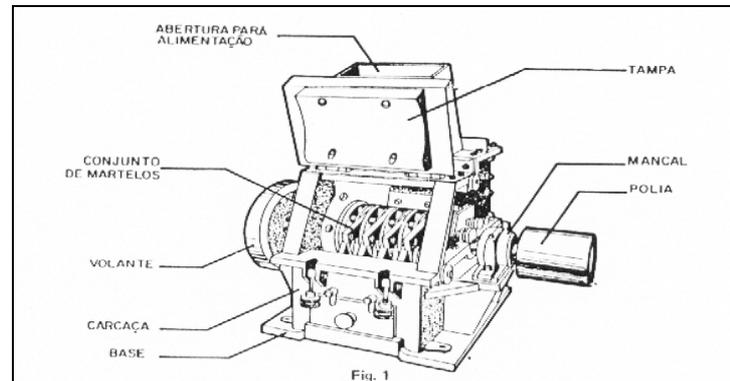


Figura 4. Demonstração do Moinho de Martelo, equipamento para moagem de grãos de argilas (CCB, 2001).

Equipamento destinado à moagem de matérias-primas para preparação de massas cerâmicas. É constituído de ferro fundido e aço. As barras de impacto são constituídas por martelos articulados. O moinho de martelos é usado geralmente para moagem mais fina. É comum usar-se uma grelha na saída para controlar a granulometria do produto. A capacidade de produção varia de acordo com a granulometria em função do número de martelos (CCB, 2001).

3.2.4 Mistura das matérias-primas

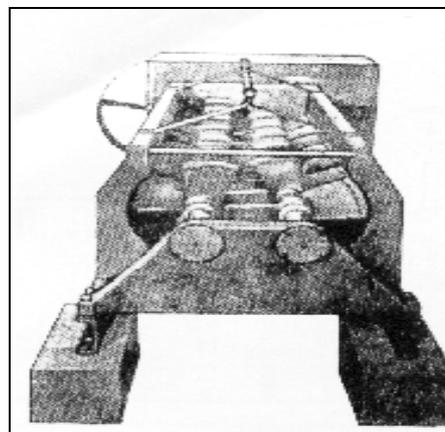


Figura 5. Equipamento misturador, para umidificação e mistura das argilas (CCB, 2001).

A função principal deste equipamento é misturar as diversas argilas de uma composição, bem como a obtenção do índice de umidade desejado. O misturador mais utilizado é normalmente o horizontal com dupla fila de pás em forma de hélices. A mistura e amassamento são úteis tanto para a argila repousada e antecipadamente umedecida, como para as argilas que recebem umidade na própria máquina (CCB, 2001).

3.2.5 Laminação das matérias-primas

Por meio das velocidades diferentes de dois rolos laminadores existentes nesse equipamento, consegue-se a desintegração da argila. Além da laminação há também o atrito do deslizamento, o que proporciona maior homogeneidade à massa. A montagem racional de uma cerâmica impõe sempre a instalação dessa máquina, mesmo que a argila seja pura, pois ela faz parte essencial do ciclo de preparação do produto.

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

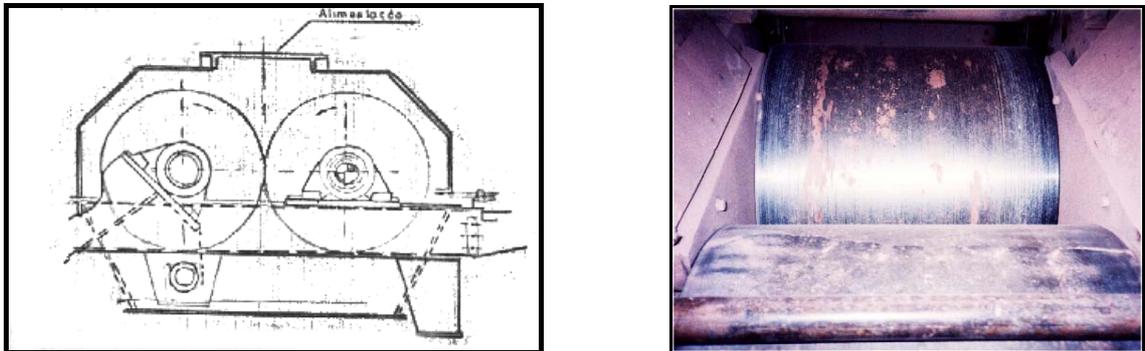


Figura 6. Demonstração do equipamento laminador, destinado ao refino das argilas (CCB, 2001).

3.2.6 Processos de conformação e extrusão da matéria-prima

A conformação das telhas cerâmicas se dá durante o desenvolvimento de cada etapa do processo das argilas. A massa cerâmica pode ser classificada com base no teor de água e de acordo com seu percentual de umidade. As telhas cerâmicas são originadas por meio da prensagem de tarugos extrudados, considerando-se seu estado plástico.

Extrusão é o processo pelo qual se dá forma a um produto cerâmico por meio da passagem de massa plástica, ou semifirme, pela abertura da boquilha da maromba.

A extrusora tem a função de homogeneizar, desagregar e compactar as massas cerâmicas, dando forma ao produto desejado. Genericamente, é constituída de carcaça metálica, cilíndrica, percorrida internamente por um eixo giratório. A movimentação é fornecida por meio do acionamento de motor elétrico em conjunto com um sistema de engrenagens ou polias.

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

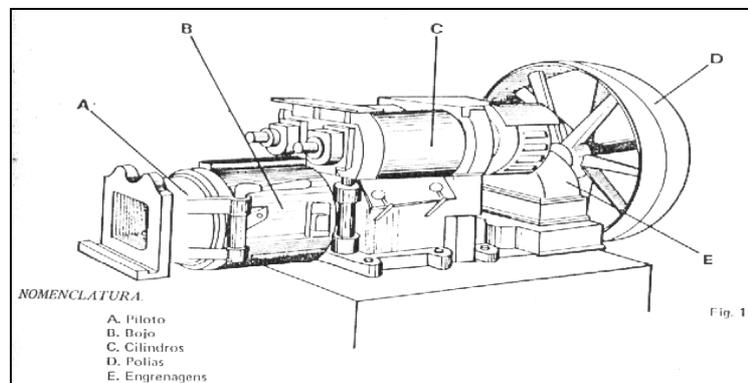


Figura 7. Apresentação do equipamento de extrusão (maromba) (CCB, 2001).



Figura 8. Apresentação da boquilha de extrusão (CCB, 2001).

Dentre os problemas originados durante o processo de extrusão, a maior parte é decorrente da fabricação imperfeita das boquilhas. Outro fator é a variação de velocidade da massa que está dentro da extrusora. O ideal seria a saída da massa com

velocidade igual em todas as cavidades do bocal. O atrito produzido pelas paredes laterais é sempre maior daquele produzido no centro, portanto, a massa sai mais rápido no centro do que pelas laterais (CCB, 2001).

3.2.7 Corte dos bastões da matéria-prima extrudada

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



Figura 9. Apresentação do cortador tipo estrela (GIBERTONI, 2001).

O mais utilizado possui formato de estrela que gira conforme a saída da massa pela boquilha. As peças cortadas podem ser retiradas manualmente ou automaticamente e são encaminhadas às prensas.

3.2.8 Prensagem

As cerâmicas podem ser conformadas a partir de pós de baixa umidade ($< 4\%$) ou umidade zero. Neste último caso, faz-se necessário o uso de ligantes e lubrificantes orgânicos.

Os defeitos mais comuns em produtos produzidos por prensagem são laminações e quebras. São causadas por diferenças de pressão transmitidas dentro da massa devido à fricção com a parede do molde, por variações de deformação da massa devido à não-uniformidade de preenchimento do molde e aprisionamento de ar (energia elástica) e por defeitos do molde.

A Figura 10 mostra a prensa excêntrica que se caracteriza pelo eixo excêntrico e êmbolo, no qual está contido o óleo. Sua capacidade varia de 50 a 500 toneladas. É acionada por motores elétricos e tem os movimentos automáticos. Permite que haja a substituição de formas com modelos diferentes de telhas (CCB, 2001).

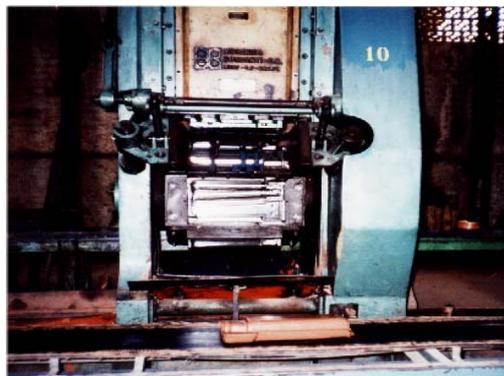


Figura 10. Prensa excêntrica (GIBERTONI, 2001).

A Figura 11 mostra a prensa molde já obsoleta e que possui o molde fixo fazendo parte integrante do equipamento, não permite substituir as formas ou outros moldes durante a



Figura 11. Prensa molde (GIBERTONI, 2001).

Após a prensagem dos bastões, transformando-os no produto telha cerâmica é realizada a primeira seleção e todos que apresentaram algum defeito de conformação, retornam ao monte de matéria-prima para iniciar todo o processo novamente.

3.2.9 Secagem

As peças que passam pela seleção são encaminhadas aos secadores que podem ser estáticos ou dinâmicos.

- **Secadores Estáticos** são aqueles que se apresentam nas empresas em áreas próximas aos fornos a onde são distribuídas todas produções das prensas. Uma vez posicionadas passam pelo processo de secagem reduzindo a umidade da massa, muitas vezes, de 20% a índices de umidade abaixo de 6%, quando poderão ser levadas ao forno para a queima.
- **Secadores dinâmicos** (semicontínuos e contínuos) são aqueles que apresentam a movimentação de vagonetas em seu interior, funcionando com o aproveitamento do ar quente extraído dos fornos que estão em fase de resfriamento. Faz-se o controle

de temperatura de entrada dos produtos, seu ciclo de secagem no interior do secador na medida em que as vagonetas vão passando e, até atingir a saída dos mesmos. Após essa etapa faz-se novamente mais uma seleção de prováveis perdas de produtos, ocasionadas por fissuras, quebras e deformações. As peças selecionadas com problemas retornam aos montes de matéria-prima e as que passam são ajustadas no interior dos fornos.

3.2.10 Queima

Uma vez empilhadas corretamente no interior do forno, deverão ser queimadas a, aproximadamente, 950° C, determinando assim, o ciclo de queima com controles de temperatura, bem como, no resfriamento. Em seguida é realizada nova seleção do produto e as peças com defeitos, nessa etapa, são direcionadas ao monte de refuga para a segrega, não se conseguindo após 400° C, o processo de reversibilidade do produto para o estado argiloso, servindo apenas para segrega e cascalho (CCB, 2001).

3.2.11 Produto refuga e não conformes

Os produtos que saem dos fornos são novamente selecionados e transportados às pilhas de estoque para serem enviados ao consumidor final. Quando identificados com problemas, refuga, simples poderão ser classificados e vendidos como de segunda. Se a empresa estiver inserida no programa da qualidade, este produto deverá ter rastreabilidade definida e documentada, para onde e quem foi vendido sabendo o

adquirente da sua condição. Caso seja não conforme, deverá ser encaminhado à segregação para se transformar em caco, que será doado para pavimentar estradas de terra ou passará por moagem, para se transformar em chamote (componente utilizado como desplastificante nas misturas de argilas em até 10%) (CCB, 2001).

3.2.12 Aspectos relativos ao meio ambiente

O meio ambiente deve, obrigatoriamente, ser a principal preocupação da sociedade moderna. Outro fator relevante é relacionado ao meio ambiente. As formas de estruturar essas atividades foram desenvolvidas pelo International Organization for Standardization (ISO). Esse organismo normativo internacional editou em setembro de 1996 uma série de normas voltadas para a gestão de sistemas ambientais. No Brasil, tais normas foram denominadas NBR ISO Série 14000. Tem-se uma norma internacional, e aplicando-a adequadamente, se desenvolverá a consciência e a prática nos vários segmentos da sociedade para as questões importantes da preservação ambiental (QUALIHAB, 1996).

3.3 Controle tecnológico do processo da matéria-prima

Em todo processo produtivo da cerâmica estrutural vermelha, se faz necessária, antes da aquisição e exploração de uma jazida, uma análise de caracterização das argilas que venham a ser envolvidas no processo. Por meio dos ensaios de caracterização das argilas é que se pode definir como e o que produzir, o processo produtivo a ser aplicado, e os cuidados quanto à preparação da mistura da massa e os ciclos de secagem e

queima. A base de definições quanto à aplicabilidade das argilas, deve ocorrer em laboratório, reproduzindo-se aquilo que se pretende realizar em escala industrial (CHIARA et al, 2000).

Além desse propósito, os ensaios devem ser rotineiros como função de controle sobre as matérias-primas a serem utilizadas, mantendo-se assim, a qualidade do produto final. Para tanto, se faz necessária a aplicação de procedimentos para o controle, além do domínio de alguns conceitos sobre a formação de amostras, visando garantir a confiabilidade dos resultados finais obtidos.

3.3.1 Controle para realização de ensaios laboratoriais em novas jazidas

Antes de se adquirir ou iniciar a exploração de uma nova jazida, a empresa deverá analisá-la por meio de ensaios laboratoriais de caracterização. Nestes ensaios deverão ser verificados o volume existente, a qualidade das argilas e a facilidade de retirada (acesso, transporte e exploração).

3.3.2 Pesquisa geológica, planejamento e controle da lavra

A extração de uma jazida deve ser uma fase do processo de produção que engloba o controle da qualidade a ser observado pelas empresas (MITIDIERI FILHO e IOSHIMOTO, 1995). A chegada das matérias-primas nas fábricas deve estar atrelada a pré-requisitos de qualidade para atenderem a esse processo (CARVALHO e GIADULLO, 1992).

-
- **Pesquisa geológica (fase 1).** A pesquisa geológica deve ser realizada em três fases distintas: a busca por material argiloso, a delimitação da jazida e o levantamento da estrutura tridimensional da mesma, fornecendo informações sobre retração, cor de queima, absorção e resistência do material nos pontos de sondagem. O produto desta pesquisa resulta em um mapa topográfico onde se encontram detalhes sobre a geologia e a localização das investigações executadas. A etapa de mapeamento da jazida efetua-se coleta de corpos-de-prova em uma malha de (30 x 30) m para levantamento da altura tridimensional da jazida (MÁS, 2002).
 - **Planejamento da lavra (fase 2).** Nesta fase levantam-se as caracterizações das argilas pesquisadas sobre amostragem e execução de mapas de teores e espessuras que forneçam diretrizes para a lavra, permitindo desta forma, a exploração da jazida de forma econômica (RODRIGUES, 2002).
 - **Controle para a lavra (fase 3).** A lavra deve ser constantemente pesquisada e controlada por meio de ensaios para que se consiga obter todas as suas particularidades (RODRIGUES, 2002).

As principais limitações na mineração das matérias-primas no processo cerâmico são a ausência de experiência e conhecimento da potencialidade e variações que as jazidas podem apresentar; de planejamento e estudos prévios a respeito de montagens das pilhas de estocagem das mesmas; do controle de qualidade de matéria-prima; de planejamento a médio e longo prazo da aquisição de matéria-prima; de fornecimento de matéria-prima homogênea; de pesquisa geológica eficiente; de classificação científica dos componentes da massa; de continuidade e tratamento da jazida em exploração e início de novas frentes em outros locais com todas as implicações econômicas e ambientais,

bem como, na ocorrência de problemas na massa com as mudanças constantes de matérias-primas (DE TOMI, 2000).

3.3.3 Análise para a extração da argila

No estudo dos serviços de extração são analisadas as terras de má qualidade que recobrem a jazida, as formas de se eliminar este material inútil, a tonelagem a ser extraída, a sua consistência natural, assim como o tratamento ulterior da argila e, os recursos mecânicos disponíveis em função da produção diária. O plano de trabalho estuda a formação da jazida, a topografia da área, a profundidade a ser alcançada e, com um especial cuidado o escoamento das águas e a colocação dos escombros. As escavações podem ser de dois tipos: por sangas, onde se coloca a argila por cima do material inútil, ou por rampas, a qual é realizada na ocorrência de topografia adequada. Neste tipo de escavação há grande facilidade para escoamento das águas e eliminação dos escombros. Para a extração podem ser utilizados equipamentos ou ferramentas como pás, picaretas, escavadoras, tratores e caminhões.

- **Extração de Argilas.** No Brasil, a extração de argilas é realizada a céu aberto. O plano de extração normalmente prevê a remoção de estéreis, isto é, a vegetação, o solo arável e outros materiais para locais que não prejudiquem pastagens, agricultura, cursos d'água e estradas. Além disso, em geral, planejam-se a remoção de água do local, o aproveitamento completo da jazida e a formação de bancos (plataformas) que facilitem o transporte. Depois de esgotadas as jazidas, esses locais devem ser recuperados para o ressurgimento da vegetação. Isso pode ser feito mais facilmente pela reposição dos solos aráveis anteriormente retirados. Os

equipamentos normalmente utilizados na extração de argilas são retro-escavadeiras ou escavadeiras, sendo que o transporte de argila da jazida para fábrica é feito em caminhões basculantes.

- **Estocagem.** As indústrias cerâmicas estocam argila a céu aberto por longo período, obtendo-se com isso características adequadas a seu processamento. Essa prática de sazonalidade é muito comum desde a Antiguidade, pois os processos de intemperismo (sol, chuva) provocam o alívio de tensões nos blocos de argila, melhoram sua plasticidade e homogeneizam a distribuição de umidade nesses materiais, entre outros fatores positivos. Os depósitos de argilas nos pátios das indústrias são constituídos de camadas segundo suas características, como, por exemplo, sua plasticidade. A espessura das camadas e sua alternância dependem também dos tipos de argilas e das propriedades desejadas da mistura final. Após um período que pode variar de semanas a alguns anos, as camadas de argila são cortadas perpendicularmente ao solo. O material então é transportado para dar entrada na linha de produção.
- **Preparação da matéria-prima e da massa.** No processo de fabricação de cerâmicas vermelhas, a dosagem das matérias-primas precede sua preparação. A preparação da massa se inicia com a formação dos montes de argilas a céu aberto nos pátios das indústrias. Após o sazonalidade, as matérias-primas são transportadas para o caixão alimentador, equipamento que dosa a quantidade necessária do material para dar entrada na linha de preparação. A mistura dosada é conduzida aos desintegradores, onde os grandes blocos de argila são desintegrados e as pedras, quando existentes, são separadas por centrifugação. Nessa etapa, se o teor de umidade da mistura for muito elevado (acima de 20%), a eficácia de certos

equipamentos será menor, como é o caso do desintegrador, que não partirá os blocos de argila, mas apenas os amassará. O material desagregado é então transportado para o misturador, onde se inicia a homogeneização. Quando necessário, há adição de água nessa etapa. Em seguida, a mistura é transferida para o laminador, que possui a função de ajustar a granulometria, completar a homogeneização e cortar a massa em lâminas.

3.3.4 Controle para o sazonalamento

O sazonalamento das argilas é constituído por um repouso que se compreende após a extração desses materiais, em um período de no mínimo 6 meses, por meio de depósitos próximos a essas áreas. São realizados empilhamentos seguindo a mesma seqüência da extração, que normalmente, apresentam-se de forma estratificada, ou seja, composta de camadas fortes (em cima), camadas médias (no meio) e camadas fracas (em baixo) que são estocadas em um local com uns 300 metros de comprimento por 30 metros de largura, com uma leve inclinação. À medida que este material vai sendo extraído, deve ser estendido ao longo deste local até formar um lençol de 50 centímetros de altura. A seguir, inicia-se outra camada sobre a anterior. Procede-se assim sucessivamente até atingir uma altura adequada.

Após o repouso inicial de seis meses o material é transportado para o pátio da cerâmica. Ao removê-lo, ele deve ser juntado pela base, de tal forma que misture o máximo possível. Na fábrica, deve permanecer mais um período de seis meses descansando. Nesta fase é conveniente, a cada dois meses, misturar este material. Com esta

providência, muitas impurezas contidas na argila, como sais solúveis (sulfatos) e matéria orgânica, são oxidadas.

Neste período, por meio do intemperismo (sol, chuva e outros fenômenos naturais), melhora a plasticidade e homogeneiza a distribuição de água nas argilas.

No período de sazonalidade ocorre a decomposição das pirritas, carbonatos, sulfatos e matéria orgânica (PRACIDELLI, 19--). Os principais efeitos que estes componentes provocam nos produtos acabados são as trincas na secagem e na queima, devido ao aumento da plasticidade da massa; a contração excessiva da massa, e o surgimento de “coração negro” (IPT, 1986).

O “coração negro” é caracterizado por uma mancha escura, que permanece no corpo do produto e torna-se visível somente após a quebra do produto calcinado (SENAI, 1999).

As substâncias orgânicas e as impurezas contidas na massa devem ser queimadas e eliminadas neste processo. Se isto não ocorrer, pode resultar em uma mancha escura. A queima das matérias orgânicas ocorre na faixa de temperatura compreendida entre 550° C e 650° C, sendo que a duração deste intervalo de temperatura deve ser longa o suficiente para permitir a queima das matérias orgânicas. O fenômeno se apresenta mais facilmente quando são utilizados aditivos orgânicos como o carvão.

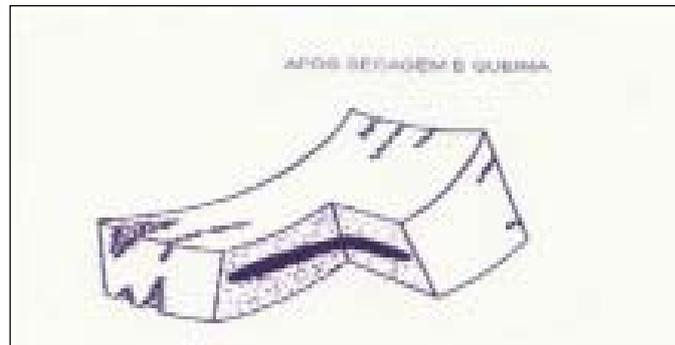


Figura 12. Demonstração de formação de coração negro no produto cerâmico (GIBERTONI, 2001).

A presença de sais solúveis (sulfatos de cálcio hidratado, sulfatos de magnésio, sulfatos de sódio, sulfatos de potássio e fluoretos), acima de 1%, e a existência de piritas podem favorecer o aparecimento das eflorescências e aumentar a retração.

Carbonatos em forma de calcita, magnesita e dolomita, podem provocar o aumento do volume do produto, ocasionando lascamentos ou a ruptura das peças. As manchas escuras se deslocam para a superfície externa no ponto onde uma peça se apóia sobre a outra, manchando por vezes também a superfície toda.

A formação do coração negro é determinada pela baixa porosidade do material, e pela velocidade de queima, sendo que o mesmo se forma na superfície, acima dos 800° C, na forma de uma crosta impermeável. Além disso, contribuem para este tipo de defeito a espessura e volume da massa. Quanto maior a dimensão do coração negro, maior será a redução da resistência das peças produzidas.

A adição de desplastificantes permite freqüentemente eliminar grande parte da ocorrência do coração negro.

3.3.5 Desplastificantes

As matérias-primas ricas em argilas (materiais gordos) permitem a obtenção de produtos com qualidade elevada. Na produção industrial, onde se admite uma suficiente margem de erro, seja pela inconstância da matéria-prima, ou pela ocorrência de eventuais deficiências funcionais e de organização, torna-se necessária a utilização de matéria-prima de mais fácil comportamento. Muitos dos requisitos comercialmente exigidos, freqüentemente são superados. Deste modo, é recomendado o uso de desplastificantes.

Os desplastificantes geralmente são constituídos de grânulos que permanecem inertes na fase de secagem e reagem na fase de queima com a massa, formando novos componentes.

Geralmente são utilizados os seguintes desplastificantes: areia de granulometria compreendida entre 50 e 500 micron, (deve-se evitar o uso de areias com alto conteúdo de carbonatos), e “chamota” de granulometria compreendida entre 80 e 800 micron; os quais possuem um comportamento inerte na secagem.

Após um período de seis meses a dois anos, as condições são bastante favoráveis para iniciar a fase de preparação da massa cerâmica (IOSHIMOTO e THOMAZ, 19--).

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

As impurezas presentes nas argilas podem surgir na fase da extração, quando não são separados materiais como pedras, raízes e calcário, tornando-se necessários os cuidados para que estes materiais não adentrem à linha de produção, ocasionando prejuízos de toda natureza aos equipamentos e ao processo produtivo (RODRIGUES, 2002).

3.3.6 Tratamento e sazramento da argila

O tratamento e sazramento da argila compreendem os processos de depuração, divisão, homogeneização e obtenção da umidade, adequados da matéria-prima. A depuração é a eliminação das impurezas que possam prejudicar o material, tais como grãos duros, nódulos de cal, sais solúveis, que alteram o tratamento mecânico posterior, dão origem a uma secagem anormal e têm ação química prejudicial. A divisão deve ter um grau que favoreça as operações posteriores para que estas se realizem nas melhores condições. As argilas só necessitam ser reduzidas a pequenos fragmentos. Porém os desgordurantes devem ser reduzidos a pó, o que requer trituração e moagem prévia. A homogeneização é condição essencial para a obtenção de um bom produto. A argila e os desgordurantes devem misturar-se o mais intimamente possível e com precisa quantidade de água, o que facilita a homogeneização, principalmente para as cerâmicas finas. Para cerâmicas de construção deve-se considerar que a quantidade de água misturada na pasta tem um limite, pois a água deve ser eliminada depois, o que causa um aumento de custo.

Na escolha destes processos deve-se considerar que o material cerâmico é disponibilizado a baixos preços no mercado, o que torna inviável os tratamentos mais caros. Existem também os processos naturais de tratamento, que englobam a mistura,

meteorização, amadurecimento, apodrecimento e levigação. Na massa são misturadas outras argilas, ou mesmo, desengordurantes, visando às correções da plasticidade e de outras características necessárias. A meteorização consiste em expor a matéria-prima à ação dos agentes atmosféricos. Ela é disposta em camadas alternadas com um desengordurante, numa espessura total de 0,80 m. Com a ação das chuvas, o material sofre desagregação, onde são eliminados os sais solúveis, as piritas por oxidação e posterior dissolução. É um processo de baixo custo, mas envolve a necessidade de grandes áreas próximas à olaria.

No amadurecimento, a argila é deixada em repouso, abrigada das intempéries, com a umidade distribuída uniformemente na pasta. O apodrecimento caiu em desuso, pois exigia grandes espaços abertos. A levigação é um processo de lavagem e purificação por decantação. É um processo muito dispendioso e só é empregado com argilas com determinado grau de pureza para fabricação de peças especiais.

Os processos mecânicos de tratamento só são utilizados quando se querem manipular grande quantidade de matéria-prima. As argilas são submetidas à ação de moinhos (trituração), onde o material suficientemente fino é separado por peneiras (granulometria), onde as partículas mais duras e grossas são retidas (peneiramento). O material aproveitado é misturado em máquinas amassadoras-misturadoras, onde se obtém a umidade desejada. Depois a argila é desintegrada por meio do uso de dois rolos laminadores-refinadores. Os grãos de pedras calcárias, os corantes ferruginosos, pedriscos e impurezas são reduzidos a pó, misturando-se à massa, ao invés de se apresentarem como corpos separados (NORTON, 1973; VERÇOSA, 1975; PETRUCCI, 1979; BAUER, 1994).

3.3.7 Método de formação de amostras

Para que uma amostra possa ser representativa, deve possuir a mesma composição química e mineralógica do lote de onde foi retirada. Para que isto ocorra, são necessários alguns critérios para com os lotes de estocados (RODRIGUES, 2002).

- **Amostragem em estoques de matéria-prima individual.** Para amostragem em estoque de matérias-primas individuais faz-se necessário verificar se os lotes individuais foram formados em camadas que distribuem uniformemente os diversos veios da jazida de onde o material foi retirado. Retirando-se 1 cilindro para conhecer as características do lote de 1 m de comprimento e 10 cm de diâmetro (sonda geológica) para considerar a uniformização das distribuições em camadas, serão necessários outros tipos de amostragens mais cuidadosos (MÁS, 2002). Em cada unidade transportada, 1% de massa e que, das diversas partes do caminhão sejam retiradas frações de 5 kg e, pelo menos metade dessas frações deve ser retirada do terço inferior do mesmo (SANTOS, 1992). Em materiais heterogêneos, uma amostra para ser representativa deve possuir 2% em peso da população, o que redundaria em um caminhão de 15 toneladas, a retirada de uma fração de 300 kg de amostra, mas argumentam estes autores, que para não se tornar muito dispendiosa esta análise, pode-se definir a retirada de amostras de todos os caminhões, levando-se em conta o histórico de regularidade das propriedades das argilas empregadas. As amostragens das argilas são realizadas na formação do estoque nas fábricas, já para as empresas que possuem seus estoques mais antigos, sem preocupação com as formações de

camada, a coleta pode ser feita em diversos pontos, determinando-se um número de amostras por tonelada estocada (SANTOS, 1992; CARVALHO e GIARDULLO, 1992).

- **Amostragem em estoques de massa dosada e misturas.** Para o controle da amostragem de estoques de antigos já sazoados e constituídos por camadas de diversos tipos de argila devem-se realizar ensaios desta mistura, já dosada na forma desejada, para ser aprovada para a produção. Pode-se retirar apenas um cilindro, para se conhecer as características do material do lote. Estando na fase de produção devem-se efetuar coletas diárias de mistura utilizada, já as empresas que não estocam a massa dosada, necessitam apenas das coletas diárias de misturas na produção (MÁS, 2002).

3.3.8 Homogeneização da amostra e moldagem dos corpos-de-prova

A coleta realizada em montes onde não foi considerada a distribuição dos diferentes tipos de argilas deve ser homogeneizada e separados 50 kg de argila e seca ao ar por quarteação, que pode ser feita nessas condições a britagem em moinhos de mandíbulas (SANTOS, 1992).

Na preparação da amostra de 50 kg para ensaios são realizadas as operações: secagem, britagem em britador de mandíbulas e moagem em moinho de discos. Após esta moagem são separados 2 kg por quarteação e moldados os corpos-de-prova para as análises. Sugere-se que retirado o cilindro, o material seja destorrado e misturado até que seja obtida uniformidade na cor. Divide-se a amostra em quatro partes e separa-se um quarto, continuando a destorrar a amostra tornando-a cada vez mais fina até se obter 5 kg de uma amostra média representativa que será levada para a realização dos ensaios (MÁS, 2002). A amostra moída e umedecida em galga é

homogeneizada até que tenha condições de ser extrudada, para a realização de ensaios após a secagem e queima (IPT, 1986).

3.3.9 Ensaios de retração de secagem de argilas e misturas

A retração é a redução dimensional de um corpo de argila quando submetido à secagem, cuja consequência é da compactação das partículas da massa quando perdem água nesta fase (RODRIGUES, 2002). As verificações destas condições são estabelecidas por um ensaio de rotina, observando-se a composição para aprovação de lotes de matéria-prima e seu comportamento no processo produtivo, realizando ensaios isolados para as argilas e para as misturas. Este processo pode ser verificado por meio das Curvas de Bigot mostrando que as argilas gordas representam maiores valores de retração (Figura 13).

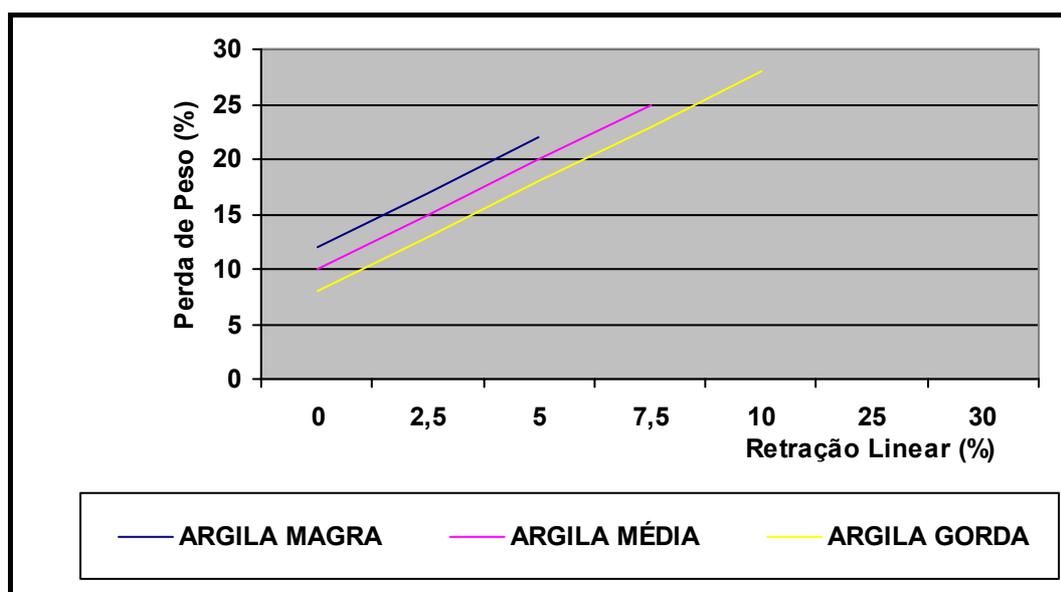


Figura 13. Curvas de Bigot, retração de secagem das argilas (CHIARA et al, 2000).

Na Tabela 1, estão relacionados os valores de retração linear de secagem em porcentagem (%) de alguns argilominerais.

Tabela 1. Valores da retração linear de secagem em porcentagem (%) de argilominerais.

Argilominerais	Retração linear de secagem (%)
Caulinita	3 – 10
Haloisita	7 – 15
Montmonolita	12 – 23
Ilita	4 – 11
Paligordsquita	15

O valor limite para a contração de secagem é de 6% de teor de água presente na massa, pois a partir daí podem surgir problemas de deformações e trincas. A importância destes dados é que a retração de secagem influencia nos projetos dos moldes das telhas e nos produtos cerâmicos em geral, devendo-se redimensionar as boquilhas (IPT, 1986; MÁS, 2002).

3.3.10 Retração na queima de argilas e misturas

A queima do material é o maior indicador da variação dimensional do produto podendo-se entender, que no processo de queima de um corpo de argila acontece a retração (MÁS, 2002).

A Tabela 2 mostra os valores de retração de queima linear em porcentagem (%) de alguns argilominerais.

Tabela 2. Valores de retração de queima de alguns argilominerais (SANTOS, 1992).

Argilomineral	Retração linear após queima (%)
Caulinita	2 – 17
Haloisita	11
Montmonolita	20
Ilita	9 – 15
Paligosquita	23

A retração ocorrida no processo de queima da argila, não deve ultrapassar 8%. O total de contrações lineares de secagem mais queima, não devem ser superiores a 12% (IPT, 1986).

3.3.11 Determinação de perda ao fogo

Pode se obter a determinação da perda ao fogo juntamente com o ensaio de retração linear, resultando a massa final do produto após a queima (IPT, 1986). Uma perda ao fogo elevada, demonstra a presença de matéria orgânica e de calcário, podendo ser eliminada e neutralizada na moagem (MÁS, 2002).

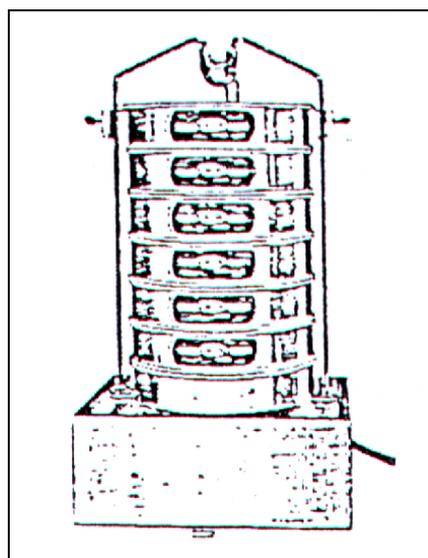
É possível fazer a interpretação dos resultados do ensaio de perda ao fogo que segundo MÁS (2002) é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Interpretação dos resultados da perda ao fogo.

Perda ao fogo	Interpretações
4 – 8	Valor baixo, provável presença de magros
10 – 12	Provável predomínio de plásticos
12 – 50	Matéria orgânica ou calcária

3.3.12 Granulometria das argilas

A granulometria das matérias-primas se determina com o uso do jogo das peneiras, que colocadas umas sobre as outras, aumentando de tamanho, de cima para baixo, e à medida que os calibres dos grãos vão se situando abaixo do limite inferior do peneiramento mecânico, as partículas passam a ser classificadas de acordo com a velocidade de sedimentação em meio aquoso (VAN VLACK, 1973).

**Figura 14.** Apresentação do jogo de peneiras (AMARANTE JR, 1989).

A Tabela 4 demonstra os valores da composição granulométrica dos produtos de cerâmica vermelha segundo PRACIDELLI e MELCHIADES (1997).

Tabela 4. Composição granulométrica (%) em relação aos tipos de produtos.

Tipos de produto	Composição granulométrica (%)		
	< 2 μ m	2 a 20 μ m	> 20 μ m
Materiais de qualidade com dificuldade de produção	40 a 50	20 a 40	20 a 30
Telhas, capas	30 a 40	20 a 50	20 a 40
Tijolos furados	20 a 30	20 a 55	20 a 50
Tijolos maciços	15 a 20	20 a 55	25 a 55

No ensaio de caracterização das argilas, se faz necessário conhecer sua granulometria que é a variabilidade de suas propriedades, sua utilização tecnológica, seu grau de compactação e da massa que originará. Essa análise diz respeito às propriedades micrométricas que estão contidas na granulometria, em peneira com a malha (USS 325 / abertura 44 μ m) e a distribuição granulométrica até 2 μ m ou menos, resulta em que, quanto mais fina for a granulometria de uma argila, mais plástica ela se torna (SANTOS, 1992).

Uma distribuição granulométrica adequada é aquela em que as partículas grossas e finas agrupam-se de tal forma que deixam espaços vazios entre si suficientes apenas para a passagem do fluido que garante a trabalhabilidade da massa (NIZOLLA, 1985; PATIRE NETO, 1993).

3.3.13 Análise química das argilas

A caracterização de uma argila ocorre por meio de análises químicas (RODRIGUES, 2002), cujas determinações usuais são a umidade, a perda ao fogo, os elementos

químicos, as matérias orgânicas, a capacidade de troca de cátions e a identificação dos cátions trocáveis (SANTOS, 1992).

A apreciação química e a análise térmica diferencial (ATD) deverão ser realizadas antes de se explorar uma jazida, assim como, uma vez por ano depois de exploradas e estocadas na empresa (MÁS, 2002). Esse ensaio deverá ser realizado toda vez que se formar um estoque na empresa de 1000 toneladas de mistura (PRACIDELLI, 19--) ou a cada depósito individual (IPT, 1986).

Essas análises químicas servem para identificar a presença de minerais que possam inviabilizar sua utilização, como a presença de calcário e gesso com possível surgimento de trincas das peças na secagem, gerando uma elevada perda ao fogo e baixa resistência do material queimado (MÁS, 2002).

Os dados da apreciação química devem ser bem interpretados e associados a outros tipos de exames como os de difração de raios X e a ATD. Muitos ensaios físicos já são necessários para oferecerem dados suficientes para o uso industrial, sem que haja necessidade de análises mais profundas como, por exemplo, a química (SANTOS, 1992).

- **Composição da argila.** Na decomposição das rochas ocorrem as liberações da sílica e da alumina sob formas coloidais, onde a sílica é um colóide negativo e a alumina um colóide positivo, formando desta forma, uma floculação recíproca produzindo coágulos que constituirão progressivamente por cristalização lenta e contínua, a caulinita. Os materiais argilosos se apresentam em frações formando finas lamelas constituídas pela superposição de redes cristalinas. A fração puramente coloidal das argilas parece ser da ordem de 15% (NORTON, 1973; VERÇOSA, 1975; PETRUCCI, 1979; BAUER, 1994).

Os componentes mais importantes das argilas estão representados na Tabela 5.

Tabela 5. Componentes importantes das argilas e suas principais características.

Componentes importantes das argilas	Composto	Característica
Caulinita	$\text{SiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3, 2\text{H}_2\text{O}$	Forma dos argilominerais, com a presença de grãos de areia, óxido de ferro e outros elementos no caulim, sendo que, quando muita plástica ao secar, apresenta alta retração e é, também, infundível quando muita pura e quando existem substâncias estranhas, lhes dão pequenas fusibilidades aparecendo na ordem de 15% na mistura.
Óxido de ferro	(Fe_2O_3)	Identificado nas rochas ígneas, quando misturado com caulinita ocorre a cor vermelha na maioria das argilas, reduz o refratário e não ultrapassa de 7% sua mistura.
Sílica livre	$(\text{SiO}_2/\text{areia})$	A sua presença faz evitar o trincamento com a redução da plasticidade e retração na secagem, faz ocorrer o vidrado endurecedor tirando um pouco a resistência das peças e se apresenta em cerca de 40 a 80% na mistura.
Alumina	(Al_2O_3)	Pode variar o ponto de fusão da argila dependendo de que forma ela aparece na mistura, reduz a plasticidade e a resistência mecânica e também reduz as deformações tendo presença entre 10 e 40%.
Álcalis		Abaixam o ponto de fusão e dão porosidade, facilitando a secagem e o cozimento; reduzem a plasticidade; o teor de álcalis é da ordem de 10%.
Cálcio	Ca	Age como fundente e clareia a cerâmica.
Sais solúveis		Apresentam de forma nociva podendo provocar eflorescência no material cerâmico.
Cal	(CaO)	Tem geralmente um teor abaixo de 10%.
Magnésia	(MgO)	Não ultrapassa 1%.
Água	H_2O	Presente por absorção ou inchamento, faz parte da estrutura das moléculas, ora está aderida às superfícies das partículas definindo a plasticidade, ou preenchendo os poros e vazios na capilaridade.

- **Composição mineralógica da argila.** A primeira subdivisão da matéria-prima para a produção de cerâmica vermelha são argilas simplesmente compostas de sílica, alumina e água, cujas características apresentam aspectos de coesão, plasticidade, trabalhabilidade e resistência mecânica a seco e queimado. As impurezas de dimensões mais significativas encontradas são a areia grossa, os seixos, as madeiras, os fósseis, com substâncias químicas variadas.

3.3.14 Absorção de água da argila e mistura

Sob a ação de uma força externa, o composto de água e argila é capaz de assumir qualquer forma ou deformabilidade. Após a argila encontrar-se no estado seco ocorre o endurecimento e apresenta uma capacidade de coesão, atingindo consistência rochosa quando submetida à temperatura em torno de 900 a 1 matéria-prima C. Há possibilidade de reversibilidade do fenômeno, caso a massa não tenha superado os 400°C aproximadamente.

As argilas se apresentam em muitas formas, porém com semelhantes aspectos quando na presença de água, diferenciando apenas nas conformações mineralógicas e químicas. A distribuição granulométrica é influenciada pelas ligações entre a argila e a água, definindo dessa forma, a variedade das famílias que, entre as quais, as mais importantes são as caulinitas, ilitas (haloisitas, hidromicas, cloritas), montmorilonitas.

É muito difícil encontrar na natureza essas formas puras e simples, devido aos processos de superposição, transporte e reações químicas ocorridos pelos fenômenos naturais.

Na cerâmica vermelha a argila é constituída por famílias argilosas que são caracterizadas pela extrema finura das partículas que não superam a 20 microns (μm) e, na maioria das vezes, se encontram abaixo de 2 μm (1 μm corresponde a 1/1000 do milímetro). Para a cerâmica vermelha a quantidade de argila no interior da massa pode variar (somente para a função granulométrica $< 2 \mu\text{m}$), ou seja, dos 15% aos 45% em peso. A compatibilidade da argila com a água, em relação às secas, promove o inchamento, que se fixa em sua superfície, permitindo o seu distanciamento e

deslocamento. A absorção de água é o quociente entre a massa absorvida pela argila e a massa de argila seca (IPT, 1986).

Os valores limites de absorção de água utilizada para a determinação da adequação de argilas para telhas e outros produtos são, no máximo, de 20% para telhas e 25% para outros produtos. Há diferenças de absorção de água entre minerais argilosos. Uma montmorilonita, por exemplo, absorve mais do que a caulinita (SANTOS, 1992). A absorção de água em uma argila traz muitas informações, por exemplo, baixa absorção indica fundente e elevada resistência após a queima (MÁS, 2002).

Na Tabela 6, observa-se a interpretação dos resultados do ensaio de absorção de água (MÁS, 2002) e as características estimadas.

Tabela 6. Relação entre absorção da água em porcentagem (%) e as características estimadas.

Absorção de água (%)	Característica estimada
10 – 14	Fundente, boa resistência após queima.
14 – 16	Poder fundente médio
16 – 18	Fraca, quebra de transporte.
18 – 25	Matéria-prima imprestável, possível presença de calcário e gesso.

Há uma relação entre conteúdo de água e retração e, da mesma forma, entre plasticidade e retração e entre estas e a resistência do produto, sendo que, os materiais mais plásticos possuem maior resistência mecânica (CHIARA et al, 2000).

É muito importante que se faça a verificação da massa específica aparente e da porosidade aparente, para se avaliar o comportamento de um produto na presença de água e aplicabilidade do mesmo na produção de telhas (IPT, 1986).

A areia com quartzo pode estar presente nas matérias-primas da cerâmica vermelha variando entre 15% e 30%, sendo que, sua granulometria é, na maioria das vezes, superior a 20 μm , podendo chegar além dos 200 μm . O quartzo na escala de dureza Mohs possui dureza elevada, com formação de carbonato de cálcio e carbonato de magnésio (CaCO_3 e MgCO_3). Os carbonatos de cálcio se apresentam na massa com granulometrias distintas ora muito fina e outras vezes muito grosseira e até em forma de fósseis (conchas). Durante a queima, liberam monóxido de carbono na atmosfera do forno e os óxidos permanecem no interior do produto podendo reagir com outras substâncias. A dissociação do carbonato de cálcio ocorre acima dos 800° C e do carbonato de magnésio em, aproximadamente, 600° C, que em média se apresentam entre 5% a 25% no material argiloso. Outros óxidos que também podem se apresentar nos materiais argilosos são os óxidos metálicos e os mais comuns são os óxidos férricos (Fe_2O_3) e ferrosos (FeO), presentes nos materiais para a cerâmica vermelha próximo aos 10%. (CHIARA et al 2000).

3.3.15 Porosidade e massa específica aparente

A porosidade aparente é o quociente entre o volume de poros abertos do corpo-de-prova e o volume aparente, enquanto que a massa específica aparente é o quociente entre a massa do corpo-de-prova e o volume aparente. Estas medidas são feitas juntamente com o cálculo da absorção de água, pois, além de apresentarem importância para avaliar o comportamento da presença de água, são relevantes no caso das telhas, para indicar a viabilidade da argila para este fim (IPT, 1986).

3.3.16 Resistência a seco das argilas e misturas

Esta verificação consiste em se determinar as tensões de ruptura à flexão de corpos-de-prova, após a secagem a 110° C, cujos valores limites para esta temperatura são de no mínimo, 1,5 MPa para tijolos maciços; 2,5 MPa para tijolos furados; e 3,0 MPa, para telhas. Estes valores são utilizados para avaliar a adequação e confecção destas peças.

A seguir, na Tabela 7, apresentam-se os valores de resistência à flexão após secagem a 110°C de alguns argilominerais (SANTOS, 1992).

Tabela 7. Valores de resistência à flexão após secagem a 110° C argilominerais.

Argilominerais	Tensão de ruptura à flexão (MPa) após secagem a 110°C
Caulinita	0,07 – 5,0
Haloisita	2,0
Montmorilonita	1,8 – 5,8
Ilita	1,5 – 7,6
Paligorsquita	4,5

$$1\text{Kgf/cm}^2 = 0,1 \text{ MPa}$$

Uma argila com valores de resistência mecânica de 10,5 MPa, indicam plasticidade, enquanto que a 0,14 MPa, indica materiais magros, pouco sazoados e a elevada resistência a cru estabelece a boa estrutura interna. O ensaio de ruptura à flexão, serve para aprovação dos lotes de argila que serão aproveitados para a produção. O grau de coesão do material é uma importante referência de resistência para os produtos verdes e alerta para o seu manuseio. Igualmente, o módulo de ruptura à flexão a seco é também importante, principalmente para as telhas. Todas as argilas, envolvidas neste processo

produtivo, devem ter seus módulos de ruptura à flexão elevadas quando secas (SANTOS, 1992; PATIRE NETO, 1993; MÁ S 2002).

3.3.17 Resistência após a queima das argilas e misturas

A alta resistência adquirida pelas peças é resultado da presença de fundentes e da alta temperatura de queima. Os materiais com 15 MPa de resistência após queima são melhores para blocos estruturais do que os de resistência inferior a 1 MPa. Tais ensaios devem ser realizados quando se planejar liberar lotes para a produção, pois poderão ocorrer lascas e quebras no transporte (MÁS, 2002-a). Os valores mínimos para o módulo de ruptura à flexão após queima são de 2,0 MPa para os tijolos maciços; 5,5 MPa para os tijolos furados; e, 6,5 MPa para as telhas (SANTOS, 1992).

3.3.18 Determinação de umidade de britagem, moagem e extrusão.

Na britagem e moagem, a umidade pode ser obtida ainda na fase de preparação da amostra para ensaios tecnológicos sendo empregadas as operações de secagem, britagem e moagem (RODRIGUES, 2002).

A umidade de extrusão é determinada quando a amostra moída e umedecida é homogeneizada até que tenha condições de ser extrudada para a moldagem dos corpos-de-prova. A umidade da massa é determinada experimentalmente e nunca deve ser inferior ao limite de plasticidade (IPT, 1986). Este é o teor de água expresso em porcentagem de argila seca a 110° C de uma massa com umidade acima da qual é possível enrolar cilindros de 3 a 4 mm de diâmetro e 15 cm de comprimento. Quando há

dificuldade na formação destes cilindros, sem teor de água, estas argilas são consideradas não plásticas (SANTOS, 1992).

A determinação, controle e manutenção da umidade de extrusão e o conhecimento da quantidade de água que deverá ser evaporada na secagem trazem importantes benefícios ao processo produtivo (IPT, 1986). A interpretação dos resultados do ensaio de umidade de extrusão, segundo MÁS (2002), está representada na Tabela 8.

Tabela 8. Resultados do ensaio de umidade de extrusão em porcentagem (%).

Umidade de extrusão (%)	Interpretação do resultado
24 - 28	Excesso de plasticidade, tendência a trinca, maior tempo de secagem e maiores custos.
22 - 24	Valor razoável para extrusão.
18 - 22	Conveniente contra trincas.

3.3.19 Plasticidade

A plasticidade de um sistema é a propriedade que ele possui de se deformar com a aplicação de uma força, e ao mesmo tempo de se manter, quando a mesma é retirada. Nas argilas esta plasticidade é resultante das forças de atração entre partículas de argilominerais e da ação lubrificante da água entre as partículas lamelares. Quanto menor forem estas partículas, maior será a plasticidade da argila (SANTOS, 1992).

O conhecimento das argilas facilita a preparação e moldagem das massas, já que, quanto maior a plasticidade, mais água é necessária para extrudar e em consequência disso, também haverá maior retração das peças (IPT, 1986).

Na Tabela 9, estão representados os valores de água de plasticidade relacionados aos grupos de argilominerais (SANTOS, 1992).

Tabela 9. Valores da plasticidade da argila em porcentagem (%) relacionados aos argilominerais.

Argilominerais	Água de plasticidade (%)
Caulinita	8,9 - 56,3
Ilita1	17,0 - 138,5
Esmectita 1	82,9 - 250,0

A plasticidade muito grande de uma argila aumenta, ao mesmo tempo, a coesão e a resistência interna da massa, fato esse que dificulta o deslizamento entre as partículas, diminuindo o atrito da massa sobre superfícies metálicas e criando problemas na extrusão, pois a argila sairá mais rápida pela periferia que pelo centro do molde (NIZZOLA, 1985).

3.3.20 Dosagem na mistura

É importante que se faça a dosagem já no estoque e recomenda-se o empilhamento individual das camadas de cada argila segundo os veios da jazida, para que sejam formados depósitos individuais. Este procedimento deverá ser realizado com a intenção de uniformizar o consumo dos lotes, do primeiro ao último dia de duração. Cada lote deve ser ensaiado e liberado, tendo-se a constatação de sua conformidade nos limites de retração, absorção de água, granulometria, cor de queima e resistência.

Nessa fase, devem existir dois lotes, um em aprovação e outro já aprovado e em consumo. As espessuras dessas camadas devem expressar os veios da extração. Após

esse procedimento, devem-se realizar os estoques em camadas contendo os diferentes tipos de argila, obtendo-se desta forma, a composição da massa desejada (MÁS, 2002).

3.4 Controle do processo produtivo da matéria-prima

A dosagem da massa pode ser realizada de quatro maneiras:

- por volume, feita com a matéria-prima in natura por meio da caçamba da pá carregadeira, onde o operador precisa anotar em uma prancheta no painel do veículo, cada caçamba que adiciona à mistura, para não haver a perda da contagem. As matérias-primas individuais devem estar separadas em lotes distintos, não podendo ser misturadas.
- com esteiras aferidas: pós-móidos e o carvão mineral devem ser dosados por meio de caixão alimentador com registro regulável sobre esteira aferida;
- com balanças eletrônicas: a dosagem torna-se mais precisa que as demais descritas;
- a dosagem em camadas horizontais serve para misturar diferentes veios ou diferentes matérias-primas na fase de estocagem e seu controle é de extrema importância para se garantir a composição da mistura, que influencia diretamente na qualidade do produto acabado.

A calibração das esteiras transportadoras de argilas deve ser executada por meio de medição de tempo de velocidade levando-se em consideração a alimentação efetuada no período de um minuto, com o objetivo de se manter o traço da mistura das argilas envolvidas no processo (MÁS, 2002).

3.4.1 Emprego de eletroímã e integridade do equipamento

O equipamento eletroímã serve para extrair da matéria-prima corpos metálicos estranhos, instalado sobre as esteiras transportadoras, para facilitar a retirada desses materiais em locais onde as matérias-primas se encontram bem soltas. A presença desses corpos metálicos é altamente prejudicial ao processo produtivo e, principalmente, aos equipamentos, podendo forçar a interrupção da produção por danos causados (IPT 1986).

3.4.2 Abertura das comportas dos alimentadores

Esta etapa é muito importante, pois trata da dosagem da mistura com adicionamento das matérias-primas envolvidas no processo, daí fazer constantemente a manutenção da abertura das comportas (RODRIGUES, 2002). A integridade de equipamentos de moagem, dos corpos moedores, da pista, das peneiras e das grelhas, na fase de moagem se torna necessária e importante, uma vez que, quanto maior for a redução dos grãos, maior será a superfície de contato entre as partículas, facilitando a conformação do produto após a queima, como: resistência, absorção de água e porosidade. Quanto mais uniforme for o material, melhor será o resultado na extrusão. A moagem aumenta a capacidade aglutinante da argila, proporciona umectação rápida e uniforme (NIZZOLA, 1985).

3.4.3 Umidade do material moído

Alguns moinhos toleram entre 12% a 14% de umidade, outros apenas 6%, dependendo do processo de preparação (a seco ou úmido). Controle este, que evita entupimentos das grelhas, emplastamento no seu interior e o amassamento dos torrões, ao invés de sua desintegração (IPT, 1986).

Na figura 15 demonstra-se desintegrador utilizado para romper os torrões de argila endurecidos com umidade em torno de 3%, tornando-os mais uniformes para as próximas etapas do processamento da matéria-prima.



Figura 15 Apresentação do equipamento desintegrador (BONFANTI, 2003).

3.4.4 Volume das rebarbas na mistura

A reutilização das rebarbas deve ser controlada pelas empresas segundo o tipo de argilas e produtos oleosos que utilizam na mistura final extrudada. Tanto podem ser adicionadas na massa para serem homogeneizadas diretamente, como devem obedecer a um período de sazonalidade para serem novamente utilizadas. As rebarbas devem ser

controladas para a sua adição na massa em volume ou peso, pelo fato de poderem causar laminação nos produtos (IPT, 1986).

3.4.5 Umidade da mistura

Toda umidificação da mistura quer seja na britagem, moagem e extrusão, deve ser controlada por medições diárias, de tal forma que facilite a trabalhabilidade da massa, evitando-se os empolamentos, conservação dos equipamentos por tornar mais leve a produção, consumo excedente de energia, desgastes das peças e problemas na secagem e queima do produto.

3.4.6 A integridade das pás dos misturadores

O equipamento misturador, mostrado na Figura 16, deve estar inserido no plano de manutenção, principalmente, suas pás que sofrem desgastes constantes e devem ser repostas. Para este equipamento é necessário atenção quanto à alimentação e umidificação da massa. Normalmente é feito o controle por meio da utilização de um relógio amperímetro ou durômetro, estabelecendo-se uma faixa de limite ideal de umidade para não ocorrer sobrecarga na homogeneização do material e evitar o empolamento.



Figura 16. Apresentação do equipamento misturador (BONFANTI, 2003).

3.4.7 Adição de água na mistura

A dosagem de água na mistura deve ser ministrada por meio de ajuste manual ou automático. A recomendação do IPT (1986) é pelo sistema de pulverização. O ajuste manual é realizado mantendo constante a corrente elétrica (em ampéres) da maromba e do durômetro no valor correspondente ao teor de água estipulado para a massa e deve ser feito, uma vez por turno. Quando a consistência da massa, medida durante todo turno, estiver por meio do amperímetro e do durômetro, abaixo do desejado, deve-se suprimir a umidificação da mesma até que esteja uniforme novamente. O método de ajuste automático faz o controle sistemático da umidificação operado por computador antes da entrada da maromba ajustando a água conforme necessário (MÁS, 2002).

3.4.8 Integridade e afastamento dos cilindros na laminação.

A integridade do laminador, com exemplos mostrados na Figura 17, pode ser afetada com a passagem de materiais duros e estranhos como: pedriscos, metais e outros

contidos nas argilas, assim como, a passagem de maior quantidade de argila no centro da esteira. Através dos vãos dos cilindros, resulta a moagem e homogeneização desejada da mistura, a distância entre os cilindros deve ser de até 0,7 mm e precisam ser retificados toda semana para manter esta distância, e sua medição pode ser realizada por meio de pedaço de estanho e um paquímetro (MÁS, 2002).



Figura 17. Apresentação dos equipamentos laminadores (BONFANTI, 2003).

O fabricante deve manter este controle semanal junto ao plano de manutenção. Quanto maior a separação dos cilindros, maior será a produção em volume e menor a qualidade do material laminado, afetando o produto final. Trabalhando com a menor separação possível entre os cilindros, proporciona melhor distribuição da água na massa, tornando-a mais uniforme e possibilitando a moldagem perfeita do produto. Quando esta é imperfeita, ocasiona defeitos na extrusão das colunas de argila, tais como laminação, dentes de dragão, trincas longitudinais e diminuição da velocidade de saída do material em uma ou múltiplas colunas (IPT, 1986).

3.4.9 Umidade no material prensado

A umidade de prensagem varia de 5 a 15% e deve ser controlado para se evitar trincas, empenamento e falhas no preenchimento dos moldes (IPT, 1986).

Na Figura 18 são mostrados dois equipamentos prensas excêntricas comumente utilizados na fabricação de telhas cerâmicas

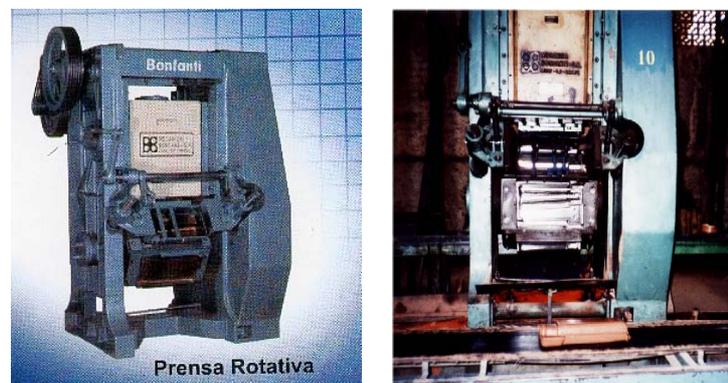


Figura 18. Apresentação dos equipamentos prensas excêntricas para a conformação de telhas cerâmicas (BONFANTI, 2003).

3.4.10 Moldagem da cerâmica vermelha

No processo de conformação se dá o produto final e a massa a ser elaborada é determinada pelo grau e percentual de umidade que pode traduzir-se pelo quadro a seguir (GIBERTONI, 2001).

Tabela 10. Estado de moldagem segundo a porcentagem de água, para o processo de conformação e o exemplo de produtos.

Estado	% de água	Processo de conformação	Exemplo de produtos
Seco (granulado)	0 – 10	Prensagem	Pisos e azulejos
Plástico	15 – 30	Extrusão	Manilhas
Barbotina	30 – 50	Colagem	Sanitários e louças

No caso das telhas cerâmicas, segundo a classificação da Tabela 10, é utilizada a prensagem de um tarugo extrudado. Portanto, pode ser considerado plástico.

A massa está estritamente relacionada com o teor de água da pasta de argila. Mais água facilita a moldagem, no entanto será inevitável à contração na secagem e deformações no cozimento, além do aumento de consumo de combustível. Hoje são utilizadas técnicas de moldagem com pastas cada vez mais duras, sem prejuízo da plasticidade. As pastas podem ser classificadas em: brandas (25% umidade), duras (15% umidade) e secas (5-6% umidade).

Os métodos de moldagem acompanham os tipos de pastas: o método de argila mole, o de argila rija e a prensagem a seco. No processo de argila mole as peças são moldadas à mão ou à máquina. Na moldagem mecânica são moldadas séries de 4 a 8 peças, em marombas providas ou não de dispositivo de vácuo, que são forçadas por um parafuso sem fim contra um bocal de forma ou prensas automáticas. Deve ser evitada qualquer descontinuidade na pasta, o que ocasiona gretas e fissuramentos durante secagem e posterior cozimento (NORTON, 1973; VERÇOSA, 1975; PETRUCCI, 1979; BAUER, 1994).

- **Controle do vácuo da prensa.** É recomendável o controle contínuo das prensas, especialmente, com relação à sua pressão de prensagem por meio de fichas de controle, caso isso não ocorra, pode causar o aparecimento de bolhas e, conseqüentemente, a perda de resistência das peças (RODRIGUES, 2002).
- **Desgaste dos moldes da prensa e do rebarbador.** O acompanhamento periódico dos estampos é de extrema importância a fim de se acompanhar o tempo de utilização dos mesmos, assim como, as lâminas do rebarbador que podem interferir no acabamento das telhas (PRACIDELLI, 19--).
- **Acompanhamento da alimentação dos estampos.** É necessário cuidado especial na alimentação dos bastões de argila extrudada nos estampos ou moldes, a fim de proporcionar centralização para o preenchimento total dos mesmos (PRACIDELLI, 19--).
- **Limpeza e lubrificação dos estampos.** É muito importante que seja feita a lubrificação dos estampos por meio de esponja, estopa ou spray, estabelecendo-se assim, prolongamento da vida útil e facilidade de remoção dos bastões após a prensagem dos mesmos (PRACIDELLI, 19--).
- **Atenção na retirada das peças dos estampos.** Ao se retirar as peças dos estampos deve haver cuidados para não se aplicar forças excessivas que provoquem deformações e empenamento das telhas (IPT, 1986).

3.4.11 Umidade do material extrudado na formação das peças

Na Figura 19 é apresentada vista geral do equipamento extrusora utilizado na conformação dos bastões extrudados



Figura 19. Apresentação do equipamento extrusora (maromba) para a conformação dos bastões extrudados (BONFANTI, 2003).

Transferidas para a maromba, as lâminas são extrudadas na forma de uma coluna, com secção variável de acordo com a boquilha acoplada à máquina. A coluna é então seccionada nas dimensões adequadas ao tipo de produto desejado, tais como tijolos furados, blocos, manilhas e elementos vazados para decoração. Na fabricação de telha o processo é o mesmo até a etapa de extrusão. Nesta operação a coluna extrudada é seccionada nas dimensões adequadas. Os bastões assim obtidos são prensados em moldes com diferentes formatos, dependendo do tipo de telha desejado. Um número restrito de tipos de telhas é obtido diretamente por extrusão (NORTON, 1973; VERÇOSA, 1975; PETRUCCI, 1979; BAUER, 1994).

A falta de umidade nesta fase, que deve ser entre 16 a 20%, pode acarretar a formação de dentes de dragão, que ocorre nas arestas ou superfície lateral das peças no momento da extrusão (IPT, 1986).

Quando se coloca a peça cerâmica, na secagem, com excesso de umidade, ela perde água rapidamente o que faz surgirem trincas. Há necessidade de se controlar a umidade de extrusão dentro dos valores estabelecidos, a fim de que se permita a evaporação suficiente para não causar danos nesta etapa produtiva (RODRIGUES, 2002).

O conteúdo de água presente na massa determina diferentes velocidades na saída da extrusora. Quanto maior a velocidade, maior a pressão e maior a compactação da argila. As zonas mais compactas contraem menos do que as zonas extrudadas a menor pressão, gerando deformações e rupturas de secagem devido às diferenças de contração dentro da peça (NIZZOLA, 1985).

A umidade tem relação com a pressão e facilidade de extrusão, confirmada por meio dos manômetros que indicam a resistência que a massa está oferecendo ao ser conformada. O controle também é necessário para a preservação contra o desgaste do equipamento de extrusão (PRACIDELLI e MELCHIADES, 1997).

3.4.12 Controle do vácuo da extrusora (maromba)

Deverá ser feito controle contínuo dos equipamentos de extrusão por meio de fichas de controles, mantendo o vacuômetro em perfeito estado de funcionamento e checando o sistema para detectar vazamentos. Em casos de perda de vácuo, recomenda-se, também, verificar a vedação do filtro, os tubos de aspiração e a câmara de vácuo (IPT, 1986).

Relacionam-se alguns benefícios originados pelo controle correto do vácuo na extrusão, como:

- A redução do ar contido na massa cerâmica quando, da mistura das argilas, é provocada pela função relevante da maromba secundária a vácuo, da mesma forma, provocar a evaporação da água devido à ação do vapor;
- As massas submetidas ao vácuo possuem tendência à elevação da resistência mecânica e à redução da porosidade;

- A ausência de vácuo na extrusora e conseqüente presença de ar na massa podem causar laminações na peça (RODRIGUES, 2002).

No processo de extrusão, a presença do vácuo, confere à argila mais coerência e coesão. Diminui o efeito de escorregamento entre a rosca e argila e entre a argila e camisa. Após a desgaseificação, a argila se torna mais fácil de extrudar, sem a mesma, há necessidade de utilizar maior percentual de umidade, ocasionando mais deformabilidade após a extrusão e operações de transporte (BORRONI, CHIARA e CHIARA, 2000).

O IPT (1986) recomenda não retirar o pente ou estrela da entrada da câmara de vácuo para aumentar a produção.

Há necessidade de se trocar as camisas do cilindro com regularidade a fim de que a argila se fixe ao cilindro. Se o atrito interno da massa for maior que o atrito da massa com a camisa, a argila gira com a hélice ao invés de deslizar sobre a mesma (NIZZOLA, 1985).

- **Regulagem da boquilha.** A importância de se regular a boquilha, determina uma série de providências a serem tomadas no sentido de equilibrar o molde em função das características das peças a serem extrudadas (RODRIGUES, 2002). Quando a argila sai com maior velocidade pela periferia do molde ou pelo centro, o primeiro passo é averiguar se houve variação da mistura e, o segundo é investigar a quantidade de água da massa. Se por ventura essas situações não forem causadoras do problema, é preciso investigar se existe desequilíbrio do molde. Neste caso, podem-se regular os freios, fechando-os ou abrindo-os. Pode-se também, regular e variar o grau de inclinação das facas separadoras, ocasionando maior pressão de saída, que também é utilizado para resolver o problema de maior saída de argila pela periferia do molde. Em alguns casos, mesmo que aparentemente as barras saiam

com a mesma velocidade por todo o molde, nota-se, após a secagem, um corte formando uma concavidade e até mesmo trincas no centro da peça, as quais são produzidas por um excesso de tensões na parte superior e inferior do molde. Quando surgir este tipo de problema, a solução está em se fechar os freios laterais superior e inferior dos moldes e, se isto não for suficiente, pode-se reduzir a entrada de argila nas seções problemáticas por meio de um cordão de solda. Assim como ocorre excesso de pressão nas partes superior e inferior de um molde, pode ocorrer o mesmo na parte central e, nestes casos, o efeito no corte não é uma concavidade e sim uma convexidade. Pode-se então, abrir ou retirar os freios. Se o problema persistir, o ângulo de entrada da placa pode ser modificado se ainda houver excesso de pressão no centro das pontes. O êxito do processo de moldagem é dependente da regulagem da boquilha. Seu desenho deve, por parte dos fabricantes, receber atenção especial, pois, se houver problemas existirão trincas laterais devido a contrações diferenciais. Os desenhos devem obedecer à forma correta de distribuir uniformemente as tensões em toda a peça (NIZZOLA, 1985). Ao adquirir uma boquilha, o ceramista produz um lote de peças submetendo-as à secagem e queima e deve estar sempre centralizada na cabeça da maromba (IPT, 1986).

- **Integridade da boquilha e controle do corpo de massa da peça extrudada – desgaste da boquilha.** É possível determinar a vida útil de um molde por meio da pesagem das peças, devendo fazer sua substituição quando houver um aumento da massa. Basta utilizar um material de alta resistência, como o nitreto de silício (Si_3N_4), alumina, vídia e aço VC 131, para reduzir o desgaste da boquilha. Um molde gasto aumenta o corpo de massa das peças, elevando a quantidade de material a secar e a queimar. Um desgaste de apenas 5% na boquilha acarreta um aumento de

quase 5% nos custos, superando o custo de uma boquilha nova (NIZZOLA, 1985; MÁZ, 2002).

- **Limpeza da boquilha.** A boquilha deve ser mantida limpa e devidamente lubrificada após a retirada de corpos estranhos como raízes e argila seca.

3.4.13 Afastamento dos arames da cortadeira

Deve-se manter a distância entre os fios de corte adequado ao produto, considerando-se a retração de secagem e queima do material. A frequência com que ocorrem variações de comprimento nos blocos é que irá determinar a retificação da distância entre os arames. A manutenção do afastamento dos arames é um fator fundamental na garantia do comprimento das peças acabadas (IPT, 1986).

- **Dimensões do produto verde.** O comprimento do produto verde deve ser medido diariamente e, por meio da medição do comprimento do produto, tem-se um indicador da variação do afastamento entre os arames dos cortadores (RODRIGUES, 2002).
- **Verificação do esquadro das peças cortadas.** O desvio em relação ao esquadro é feito por meio de um esquadro metálico, encostando uma das faces da peça na lateral do esquadro e verificando se há eventuais desvios em relação a outra lateral, diariamente. Esta determinação corresponde à variação angular que por ventura pode ocorrer no corte, muitas vezes, pelo dobramento do tarugo na extrusão e problemas no equipamento de corte, como também, a relação da velocidade da

esteira sincronizada com a velocidade de extrusão, quando ligeiramente mais alta evita tensões danosas ou deformações (RODRIGUES, 2002).



Figura 20. Apresentação do equipamento cortadeira estrela para o corte dimensional do bastão das telhas cerâmicas (BONFANTI, 2003).

3.4.14 Distribuição da carga na secagem

Para garantir melhor desempenho dos secadores, na fase de secagem é necessário seguir algumas condições:

- não formar pilhas com mais de cinco peças;
- as peças deverão ser dispostas na diagonal, invertendo sempre a posição das pilhas;
- a disposição das pilhas deverá obedecer à posição do sol e do vento para que os mesmos incidam de forma uniforme em todas as peças (TAPIA et al, 2000).

É muito importante que para se garantir a homogeneização do ar, é necessário que haja espaços entre as peças e profundidades reduzidas, se esta carga estiver má distribuída dentro dos secadores, poderão surgir falhas como trincas e manchas de umidade nas peças (BORRONI, CHIARA e CHIARA, 2000).

3.4.15 Ciclo de secagem

A temperatura deve ser definida em função da carga e em função do tipo da argila que se está trabalhando. Observar também o tipo de secador de ventilador usado no ciclo de secagem (fixo ou viajante) (OLIVEIRA, 2002). A secagem pode variar dependendo do tipo de argila envolvida, de dois a oito dias e dependendo também da temperatura ambiente e da ventilação. Na secagem artificial, quando as peças se apresentam com os poros muito fechados, a secagem dura de 50 a 60 horas. Já as massas que possuem muito magros, demoram 24 ou até 20 horas e entre esses dois extremos posicionam-se os ciclos mais comuns, de 20 a 60 horas (MÁS, 2002).

Recomenda-se na secagem artificial um levantamento do ciclo de secagem por meio de monitoramento da temperatura e umidade em diversos pontos do secador, daí se faz necessária a utilização da Curva de Bigot, para se conhecer o ponto de máxima compactação onde é possível acelerar a secagem, sem riscos de fissurar o produto (ponto crítico). Caso não haja a Curva de Bigot, é possível adotar os valores: 3°C a 5°C por hora até os 70°C e de 10°C por hora até a secagem final, com temperaturas na ordem de 120°C a 150°C (PATIRE NETO, 1993, 1994).

Este diagrama apresentado na Figura 21, mostra as condições aproximadas de temperatura e umidade dentro de um secador dinâmico. Observa-se que à medida que o material avança dentro do secador a temperatura aumenta (curva 1) e a umidade diminui (curva 2). Nesta fase de secagem o controle do processo se torna muito importante, pois é onde se dá a evaporação da água superficial e a retração deve ser uniforme em toda peça.

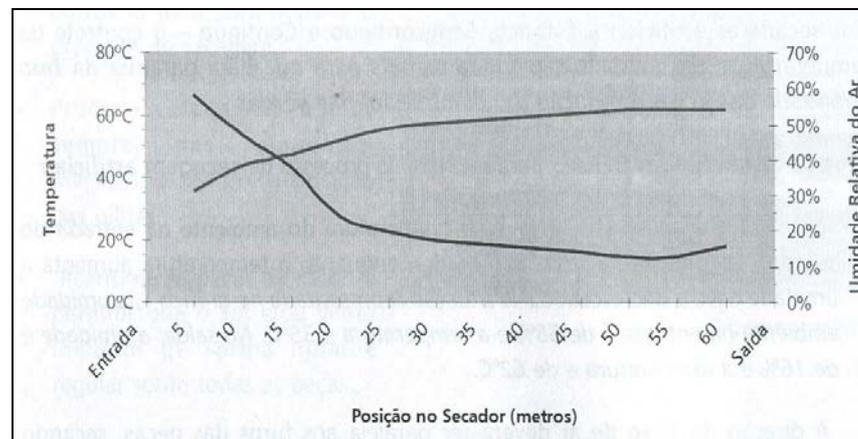


Figura 21. Demonstração do diagrama de secagem semicontínuo (TAPIA et al, 2000).

Se nesta fase a velocidade da evaporação da água superficial for maior do que a velocidade de migração da água do interior da peça, a continuidade do fluxo migratório para a superfície se interrompe. Desta forma, enquanto a superfície está seca o interior da peça está úmido, ocasionando fissuras e rupturas. O ciclo da secagem também influencia na umidade, que permanecerá no material na fase de queima (umidade residual) (BORRONI, CHIARA e CHIARA, 2000).

A Figura 22, apresenta a localização da água no interior da massa de argila em produtos cerâmicos e, sua eliminação nas fases de secagem e queima.

Na Figura 23, demonstra o gráfico de velocidade de perda de água na fase de secagem, como também, a retração sofrida neste processo

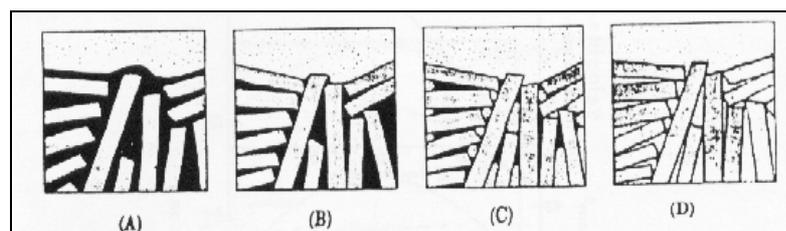


Figura 22. Demonstração de perda de água na secagem da argila (GIBERTONI, 2001).

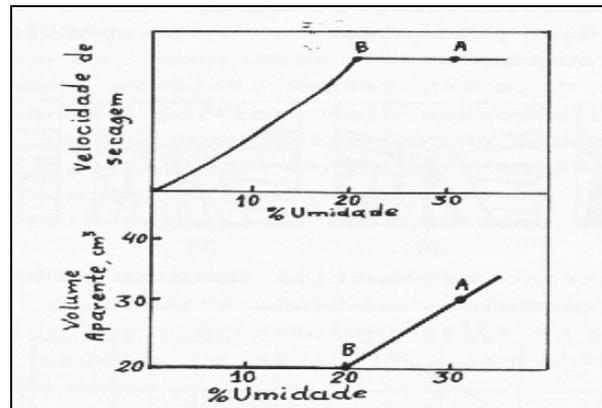


Figura 23. Demonstração da velocidade de perda de água e curva de retração de secagem de argila (FACINCANI, 2002).

- Gretagem ou trincas capilares.** Com muita freqüência são encontradas em telhas e cumeeiras, ou seja, em produtos carregados em pilhas muito densas, com pouquíssima passagem de gás no interior, ou então, em produtos de grandes dimensões, como travessas e travessões, e blocos leves para forro. A causa principal é atribuída ao conteúdo de sílica livre (SiO_2) que, aos 573°C sofre uma transformação de estado e no resfriamento, é acompanhada por uma sensível redução de volume do produto, tanto maior quanto mais alto for o conteúdo. Se uma peça de dimensões superiores a 30-40 cm é bruscamente resfriada em uma extremidade, de modo que, para dois pontos a pouca distância, se verificam temperaturas respectivamente inferiores e superiores a 573°C , naquela extremidade a retração é muito forte e as forças de coesão podem não estar em condições de resistir ao esforço de tração. Um resfriamento lento é então aconselhável em todos os casos, mas somente no intervalo em torno da temperatura de transformação do quartzo. Naturalmente, no interior de uma pilha de material existem grandes diferenças nas temperaturas (aos lados, no alto, em baixo e no centro) e o intervalo de temperatura deve estar compreendido entre 60 a 70°C para mais ou menos, da

temperatura de transformação do quartzo. É muito importante sob este aspecto, o uso do resfriamento rápido entre 990° C e aproximadamente 650° C, para haver tempo da temperatura descer lentamente até abaixo dos 500° C.

A adição de areias silicosas para desplastificar as argilas pode aumentar o perigo das fissuras capilares. Elas não são vistas a olho nu, porém, podem ser reconhecidas pelo som falso que o produto emite quando batido (som rachado) sistema esse usado para descobrir rapidamente as trincas nas telhas. Trincas de pré-aquecimento são fissuras ou quebras geradas no material decorrentes de um aquecimento anormal na fase de pré-aquecimento. São caracterizadas por fissuras nas bordas. A causa se encontra sempre num pré-aquecimento muito rápido por volta dos 575° C, devido à produção de uma grande dilatação da parte externa da peça decorrente da transformação do quartzo. Na verdade, a parte externa possui uma temperatura mais alta e se transforma antes da interna. Quando essas fraturas ocorrem é necessário aumentar a fase de pré-aquecimento e aumentar o calor fornecido pelos primeiros queimadores.

A formação de fendas laterais com bordas abertas é normalmente atribuída a um pré-aquecimento muito rápido, mas na realidade deve-se a uma secagem muito rápida (FACINCANI, 2002).

A Figura 24 demonstra a presença de fissuras laterais e de bordas nas peças cerâmicas, provenientes de secagem rápida e aquecimentos irregulares na queima.

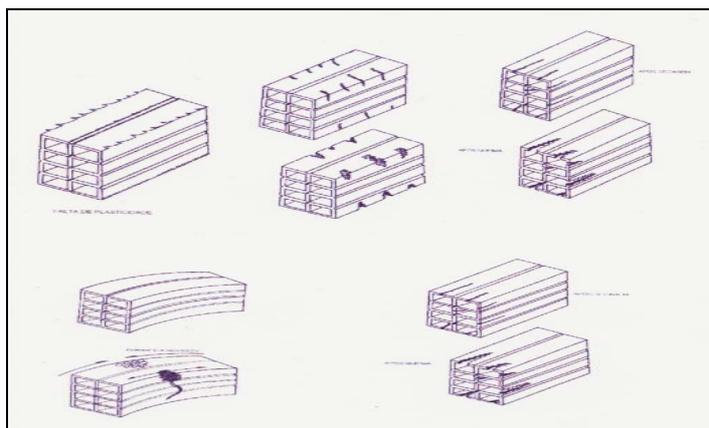


Figura 24. Demonstração de fissuras e trincas laterais em produtos cerâmicos (GIBERTONI, 2001).

- **Trincas de resfriamento.** São pequenas fissuras de bordas fechadas, difíceis de se ver sem o auxílio de um líquido (água ou querosene), que partem de uma das laterais da peça e apresentam diferentes comprimentos. Podem se apresentar com diferentes aparências. Por exemplo, podem aparecer trincas curtas que muitas vezes são provocadas por impactos sofridos pela peça crua. A clássica trinca de resfriamento, em sua forma típica na saída do forno, pode se apresentar de comprimento moderado, mas sempre nas bordas. Ao ser examinada, apresenta-se lisa em toda a espessura em sua parte próxima da borda, seguida de uma parte granulada (em “zig-zag”). Uma vez que a ponta da trinca não é arredondada, esta aumenta com o tempo. Quando o resfriamento for muito rápido, a parte externa do material atinge a temperatura de transformação do quartzo, antes da parte interna. A transformação do quartzo (a 573°C) implica numa forte retração. É aí que se pode formar uma trinca.

Para eliminar este defeito, as opções são duas: aumentar o tempo de queima até eliminar completamente o quartzo livre, o que é difícil, ou reduzir a velocidade do resfriamento próxima à temperatura 600°C. Vale salientar que a temperatura do produto não é aquela do ar de resfriamento, nem aquela indicada pelos termopares.

Para reduzir a velocidade do resfriamento, verificar se não há entradas de ar frio do ambiente em torno da temperatura de 600°C; reduzir o volume de ar; redistribuir a capacidade dos sopradores; reorientar os sopradores de modo a não atingir diretamente as peças (FACINCANI, 2002).

3.4.16 Umidade do material seco

O percentual de água após a secagem varia de acordo com o tipo da argila. Podem-se usar os seguintes valores médios:

- para argila arenosa com grande granulometria, deve-se obter em torno de 2% de água ao final da secagem;
- para argila plástica de granulometria muito fina, de 2% a 2,5% de água residual;
- para argila mediamente plástica e granulometria fina, a umidade do material seco deve estar entre 1,5% e 3%.

As peças com excesso de umidade residual da secagem, quando colocadas nos fornos, perdem rapidamente água, podendo desenvolver trincas superficiais (ITP, 1986). A peça é seca, primeiro, na superfície, vedando os poros. Desta maneira, a água, não encontrando saída através da peça, produz trincas, rachaduras ou estouros por pressão interna de vapor de água (PATIRE NETO, 1993, 1994).

3.4.17 Perdas na secagem

Na secagem natural as perdas devem estar entre 15% a 20%. Quando se utilizam secadores semicontínuos e contínuos, as perdas não devem ultrapassar 1%. Podem também surgir outros

tipos de defeitos além da má condução da secagem, além das trincas, o empenamento das peças nas grades, pela extrusão defeituosa e por pancadas de vento e outros decorrentes de falhas na produção (PATIRE NETO, 1994; TAPIA et al, 2000).

3.4.18 Funcionamento dos ventiladores viajantes

Os ventiladores devem estar em perfeito funcionamento, proporcionando circulação de ar definida para a secagem. Este funcionamento influencia a homogeneidade do ar dentro da câmara. Esta homogeneidade entre o ar da câmara e o ar das camadas próximas à peça é importante para que o ar quente retire umidade da peça de maneira uniforme e controlada (RODRIGUES, 2002). A eliminação da água que forma gradualmente sobre a superfície ocorre em função do ar e a ventilação serve tanto para a manutenção da diferença de umidade e de temperatura, como para enviar o ar saturado diretamente à chaminé (BORRONI, CHIARA e CHIARA, 2000).

3.4.19 Controle da retração da massa

A retração da massa deve ser medida por meio de um paquímetro calibrando as dimensões das peças. É interessante retirar peças de várias partes das pilhas a fim de se ter uma amostra mais representativa do lote. Daí é possível saber se a retração se encontra dentro do valor estipulado para a mistura, podendo-se obter o controle da qualidade e a rejeição de produtos pelo fabricante ou pelo cliente (RODRIGUES, 2002).

3.4.20 Integridade das grades de apoio

A integridade das grades que servem de apoio para as peças na fase de secagem é de extrema importância visando à conformação, evitando, assim, o empenamento das mesmas (IPT, 1986).

3.4.21 Apoio das telhas nas grades de secagem

Deve-se estar atento quanto ao posicionamento das telhas nas grades de suporte, principalmente, quando essas peças forem conduzidas aos secadores, para se evitar o problema de empenamento (RODRIGUES, 2002).

3.4.22 Controle da velocidade do ar

O ar interfere diretamente no processo de secagem e deve, por essa razão, controlar toda esta fase. A velocidade do ar pode ser medida com um equipamento denominado anemômetro, que pode ser utilizado em diversos pontos do secador para se determinar a velocidade média da passagem do vento. Já na secagem natural nos galpões pode ser mais difícil, devido à renovação do ar que pode ser amenizado com aberturas laterais e mudanças constantes de posição das peças grandes. É necessário garantir que a passagem de vento por essas peças não seja excessiva, podendo acarretar trincas e rachaduras nas mesmas (RODRIGUES, 2002).

Para os secadores estáticos, se deve deixar o material descansar por uma hora antes de se iniciar o aquecimento, cerca de quatro horas após a secagem antes de iniciar ventilação (ligar o exaustor). Este mesmo processo também é válido para os secadores semicontínuos, tendo-se cuidado para não abrir as portas sem necessidade após entrada de cada vagoneta. Desta forma, evita-se a alteração da curva de secagem e mantêm-se sempre alta a umidade inicial do secador, entre 85 a 95%. Para os secadores contínuos, evitar dispor na mesma zona de secagem os materiais com bitolas diferentes, promover a movimentação ordenada das vagonetas, manter as portas fechadas e observar que não se deve deixar o material fora do secador por muito tempo, seja ele qual for, as peças secas absorvem água tornando-se quebradiças (TÁPIA et al, 2000).

3.4.23 Distribuição da carga na queima

As peças devem ser empilhadas de tal forma que os gases entrem em contato com a maior área possível na superfície das mesmas, bem como, colocar as de maior umidade na parte superior da carga (TAPIA et al, 2000).

Para haver uma boa queima é necessário determinar os espaços entre as peças, entre as pilhas das mesmas ao longo das paredes laterais e, esta passagem livre, deverá ser aproximadamente 30% do total, sendo que 10% devem ser na periferia e os outros 20% divididos entre os pacotes e os interiores dos mesmos. Esta distribuição quando bem controlada ajuda minimizar as perdas e garante a homogeneidade das peças e facilidade da queima, assim como, a economia de combustível (RUSSO, 19--).

3.4.24 Controle do ciclo de queima

No ciclo da queima, o que mais importa é o monitoramento da temperatura, tempo das operações de aquecimento, queima e resfriamento, e a natureza da atmosfera do forno que depende do tipo do forno, da argila, do traço da mistura, da eficiência de queima, da distribuição do calor no forno e das condições ambientais. Cada operação de forno terá sua curva de processamento individual, conhecida por diagrama temperatura x tempo. Tal curva trará pontos críticos e as condições de queima que deverão ser seguidas por seus operadores (TAPIA et al, 2000).

A Figura 25 apresenta a movimentação dos gases (entrada e saída) no interior de um forno tipo abóbada durante a queima.

A Figura 26 mostra a vista interna de um forno semicontínuo do tipo Hoffmann, onde o material cerâmico é disposto em bandeja sobre uma vagoneta, de maneira a facilitar sua queima. Observa-se que este tipo de forno, muito utilizado no Estado do Rio de Janeiro possui apenas uma porta por onde é introduzida e retirada a vagoneta após a queima. As entradas de gases no forno estão localizadas no teto.

A Figura 27 demonstra duas curvas de queima, na fase de aquecimento e resfriamento, diferenciadas pelo traço em negrito, para a base e, com o traço claro, para o topo do forno Hoffmann.

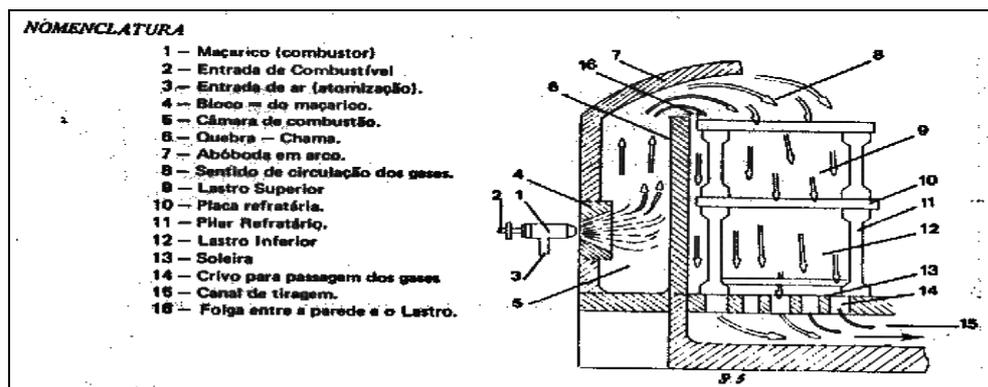
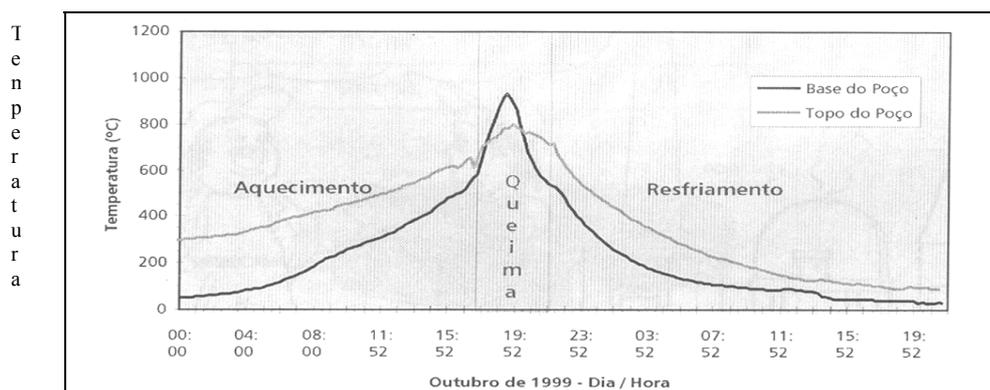


Figura 25. Demonstração em corte de um forno intermitente (abóbada) e a movimentação dos gases, na queima, no seu interior (CCB, 2001).



Figura 26. Demonstração de um Forno Hoffmann, tipo semicontínuo (Minerais do Paraná, 1997).



Tempo de queima e resfriamento

Figura 27. Curva de queima e resfriamento, na base e no topo, de um forno Hoffmann (TAPIA et al, 2000).

O tempo tem uma forte relação no processo, principalmente quando é muito elevado. A vitrificação do material está condicionada ao tempo em que o mesmo permanece no forno. Portanto, quanto mais rápida for a queima, muito mais econômica será a aplicação da mão-de-obra e do combustível aplicado. Porém, se for muito rápida, esta queima poderá acarretar quebra, fissura na peça, má cozimento e pouca homogeneidade. Daí também, há a importância do controle da atmosfera, pois consiste no fato de que a massa cerâmica não reage somente em seu interior, mas também com os gases do forno com os quais estão em contato (PRACIDELLI, 19--).

É necessário adotar alguns cuidados durante o ciclo de queima para fornos a lenha, visando diminuir as perdas das peças e elevação da qualidade das mesmas. Adotar os seguintes procedimentos:

- durante o aquecimento dos fornos a lenha deve-se evitar variações bruscas na temperatura do forno, mantendo as portas das fornalhas, cinzeiros e registro do canal de exaustão, totalmente abertos, pois a vazão de ar é tomada até que a temperatura atinja cerca de 100° C.
- na queima, as fornalhas devem se manter com as pressões ligeiramente negativas, para isto, as portas devem ser mantidas fechadas e as dos cinzeiros, entreabertas e o registro do canal de exaustão deve ter o seu posicionamento correto. No término da queima é bom deixar cair a temperatura por duas ou três horas até, aproximadamente, 680 a 700° C e, em seguida, restringir ao máximo a entrada do ar, fechando as portas das fornalhas e cinzeiros e o registro do canal de exaustão.
- para o resfriamento da carga, se faz necessário que o calor seja retirado por meio de exaustores, chaminés e pelos canais de exaustão, impedindo de toda forma a entrada de ar. Entre 700° C a 500° C, o resfriamento deve se dar na ordem de 15° C a 12° C

por hora. Abaixo de 400° C a velocidade de resfriamento pode ser aumentada. A entrada de ar no forno pode ser iniciada aos 300° C.

- o processo de resfriamento (para o material cair de 900° C a 50° C) deve ter a duração de, aproximadamente, três vezes o tempo gasto no aquecimento (de 50 a 900° C) (TAPIA et al, 2000).

3.4.25 Queima da cerâmica vermelha

Durante a queima, como demonstra a Figura 28, ocorrem transformações estruturais na argila, onde cada produto tem uma marcha de aquecimento e resfriamento provocado pela movimentação dos gases e concepção argilosa dos materiais.

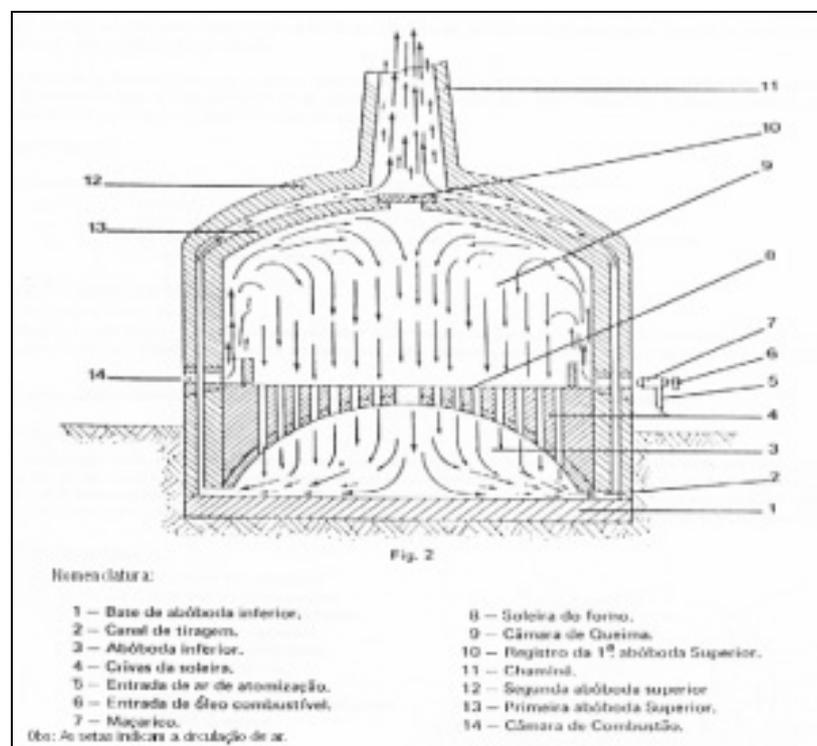


Figura 28. Demonstração do fluxo dos gases no interior do forno (CCB, 2001).

Se a queima é lenta, o produto final é de maior qualidade, mas há excessivo gasto de combustível. A queima rápida é mais econômica, mas dá origem a um produto final de qualidade inferior. Ela pode ser feita em 3 ou 4 dias, e é dividida em 3 estágios: oxidação, desidratação e vitrificação da cerâmica vermelha. Na desidratação a água contida nos poros é evaporada, com conseqüente queima de parte do carbono. A velocidade deste processo depende da quantidade de água, porosidade e textura da argila, mas deve se levar em conta que um rápido aquecimento causa defeitos no material. Este período é completo para uma temperatura em torno de 700° C. O segundo período se completa aos 900° C, onde o material combustível é consumido, o carvão e enxofre são eliminados e o óxido ferroso se oxida a óxido férrico. A vitrificação (fechamento dos poros da argila pela queima) não ocorre nos tijolos comuns, mas a temperatura é elevada até o início da mesma. Para a queima são utilizados fornos contínuos ou intermitentes (NORTON, 1973; VERÇOSA, 1975; DURÃES, 1978, PETRUCCI, 1979; BAUER, 1994).

3.4.26 Controle das perdas na queima

As perdas de massa na queima apresentam os seguintes percentuais nos fornos conforme mostra a Tabela 11.

Tabela 11. Perdas de massa na queima (TAPIA et al, 2000).

Tipo de forno	Perda (%)
Paulistinha	16 a 18
Abóbada	16 a 18
Hoffmann sem secador	16 a 18
Hoffmann com secador	8 a 9
Túnel	1

Um dos problemas da fase de queima são as contrações diferenciais nas pilhas e peças, principalmente, nas peças grandes. Outro problema é a não-uniformidade da temperatura e das transformações das misturas ao longo do processo de transmissão de calor. As fissuras geradas no processo produtivo de cerâmica vermelha são visíveis e normalmente iniciam na borda indo para o centro. Com base em sua localização podem-se identificar tipos diferentes. As fissuras podem ser classificadas em fissuras geradas antes da queima e depois da queima, isto é, no resfriamento. A formação das fissuras tem origem comum em ambos tipos: diferentes retrações entre as bordas e o interior, gerando tensões superiores ao limite e de resistência do material

Abaixo segue uma descrição dos tipos de fissuras e patologias encontradas nas peças após a queima:

- **rupturas de pré-aquecimento:** as causas deste tipo de ruptura são tensões excessivas devido a aquecimento muito rápido com dilatação aumentada na parte externa;
- **trinca de resfriamento:** são pequenas fissuras de borda fechadas, dificilmente visíveis a olho nu e sem auxílio de um líquido partindo de uma das laterais de peça. É possível saber se a fissura é de resfriamento, ou se já existia, através de sua coloração no interior da peça. Uma alternativa para evitar estes tipos de trincas é

reduzir a intensidade de resfriamento quando a temperatura no interior do produto se aproxima de 600° C. Para isto devem-se evitar entradas de ar frio de ambiente e, imediatamente após o resfriamento rápido, reduzir o volume de ar;

- **coração negro:** a causa deste defeito é a presença de substâncias orgânicas e a oxidação incompleta do ferro. Este fenômeno é acentuado por fatores que reduzem a permeabilidade aos gases, como a umidade incorreta, espessura elevada do produto e fusão inadequada de alguns componentes da massa, sendo que ocorre mais facilmente quando são usados aditivos orgânicos como o carvão.

A combinação das substâncias orgânicas se dá entre 550° C e 650° C. A duração deste intervalo deve ser longa o suficiente para que se complete a oxidação das substâncias orgânicas e das impurezas (BORRONI, CHIARA e CHIARA, 2000).

3.4.27 Consumo de combustível

A avaliação sobre o consumo de combustível, como demonstra a Tabela 12, pode ser feita , segundo o tipo de forno, pelo controle dos seguintes fatores: consumo médio por milheiro e controle da combustão.

Tabela 12. Consumo de combustível por milheiro (TAPIA et al, 2000)

Tipo de forno	Tipo de combustível			
	Lenha (m ³)	Óleo BPF (Kg)	GLP (m ³)	Gás Natural (m ³)
Paulistinha	1,5 a 2	250 a 375	220 a 330	280 a 420
Abóbada	1,5 a 2	250 a 375	220 a 330	280 a 420
Hoffmann sem secador	0,5	62	55	70
Hoffmann com secador	0,9	103	91	116
Túnel	-	60	54	68

A avaliação realizada por intermédio do controle da combustão visa monitorar a eficiência da queima e para a sua realização são extraídos os seguintes parâmetros: porcentual de CO₂, CO, O₂ nos gases da chaminé, medidos pelo aparelho de Orsat, quantidade de fuligem, temperatura dos gases da chaminé, e tiragem. Além do controle dos gases, pode-se fazer uma análise da mistura de combustível e ar, sendo que para uma queima ocorra de forma completa, é necessário que a mistura de combustível e ar seja rica. Assim, consideram-se os valores adotados como referência, sobre o excesso de ar que deve haver na mistura (TAPIA et al, 2000). Os resultados obtidos por meio do controle da combustão podem indicar detalhes sobre a queima e o consumo de combustível, conforme sugerido por (PRACIDELLI, 19--):

- o baixo teor de CO₂ pode ser devido à atomização imperfeita, excesso de ar ou tiragem excessiva;
- a temperatura baixa dos gases indica perda de calor na chaminé;
- a temperatura alta na chaminé pode ser associada a queimador com capacidade de queima acima do necessário, tiragem excessiva, superfície de troca de calor sujas ou sub-dimensionadas, fornalha pequena ou inadequada e
- a quantidade de fuligem pode indicar, por exemplo, atomização imperfeita, combustível em excesso, defeitos na fornalha, tiragem, insuficiente.

Com relação ao calor nos fornos, descreve-se o fundamento básico da economia de combustível por meio da seguinte frase: “Quanto maior o calor efetivamente utilizado pela carga de tijolos, maior é a eficiência térmica do processo e menor o consumo de combustível” (TAPIA et al, 2000). Visando melhorar a eficiência dos fornos, recomenda-se fazer uso de algum tipo de isolamento térmico e/ou de materiais refratários nas paredes. As vantagens são: melhor queima devido à maior uniformidade na temperatura do forno; menor tempo de queima, pois uma maior quantidade de calor é aproveitado; menor desgaste do forno no decorrer do tempo e economia de combustível (RUSSO, 19--).

3.4.28 Organização e princípios do arranjo físico

O arranjo físico é a maneira pela qual são distribuídos os equipamentos, as máquinas, as seções, os departamentos e as matérias-primas dentro de uma empresa, com o objetivo de reduzir e facilitar o fluxo de materiais, pessoal e equipamentos, utilizando todo o espaço disponível de uma maneira racional, sem deixar de permitir a flexibilidade do arranjo, tornando-o facilmente reajustável, reduzindo custos e diminuindo estoques. As regras e princípios para um arranjo redundam na economia do movimento e tendem a diminuir a distância percorrida pelos operários, matéria-prima, ferramentas, produtos em conformação, entre as operações de fabricação. O fluxo progressivo é caracterizado pelo movimento ininterrupto de uma operação para a próxima, sem transportes de volta ou cruzamento de materiais, homens e equipamentos, onde a flexibilidade torna a possibilidade de rearranjos econômicos para adaptar a produção às mudanças do produto, assim como o volume, os equipamentos e processos.

A integração entre os fatores é necessária para que o arranjo físico seja otimizado (RODRIGUES, 2002).

3.5 A importância do sistema da qualidade na empresa de cerâmica estrutural vermelha produtora de telhas.

O sistema da qualidade vem sendo utilizado no mundo todo, em diferentes setores, apoiando-se nos conceitos de qualidade, desenvolvimento e transformação.

Diferentes autores sistematizaram o processo de implantação de um programa de melhoria da qualidade como ISHIKAWA (1986); JURAN, GRYANA (1988); JURAN (1990); DEMING (1990) entre os mais conhecidos. Toda vez que se implanta e implementa o sistema da qualidade permite-se o controle contínuo e ligação entre os processos individuais, combinando constantemente sua interação. Com a utilização desse sistema, identifica-se a importância no entendimento e atendimento dos requisitos; no reconhecimento do processo pelo seu valor agregado; na obtenção de resultados de desempenho e sua eficácia; na melhoria contínua por meio das medições constantes e objetivas. Visa a melhoria dos produtos e processos, geralmente por meio de ações participativas, que envolve indivíduos de diferentes áreas e a administração adequada (PICCHI, 1993, AMORÓS et al, 1998; PALADINI, 1995)

As empresas devem optar por algumas práticas como: manutenção preventiva, tecnologia avançada de fabricação, formação dos empregados, sistemas organizacionais, envolvimento do empregado, envolvimento da administração, indicadores de desempenho, equipes interfuncionais, flexibilidade na fabricação, responsabilidade em

vários níveis, integração de perspectiva na concepção de produtos, sistemas e tecnologias de informação.

Não basta ter somente estratégia é preciso implementá-la. As idéias que surgem precisam ser inovadoras e acompanhar toda a evolução do processo, ter pessoas fortemente comprometidas para que elas ocorram, sendo necessário promover a formação desses indivíduos.

Uma projeção mais utópica de uma organização é a imagem de uma empresa que utiliza tecnologias adequadas, produzindo artigos de alta qualidade e elevado valor acrescentado com forte imagem e identidade do produto, para só assim garantir um mercado fiel, onde a produção é procurada tradicionalmente em uma região tendo um reconhecimento por parte dos clientes devido à diferenciação de design.

Matérias-primas baratas, meios de produção e conhecimento para transformá-las em peças não bastam. É necessário saber vender, saber executar e saber comercializar. A apropriação de mais alta valia deixou de estar na esfera produtiva para passar a estar na esfera de comercialização.

Só promovendo e divulgando, as empresas terão possibilidade de obter a satisfação do cliente, e cliente satisfeito compra mais (PICCHI, 1993; PALADINI, 1995; OLIVEIRA, 1995; PIZZETTI, 1999).

Para incrementar a capacidade competitiva do mercado, algumas empresas adotaram uma estratégia de venda em que os compradores podem encontrar a ideal combinação entre vários produtos oferecidos num mesmo local (RODRIGUES, 2002).

As instituições financiadoras do governo passaram a demonstrar que não estavam satisfeitas com a qualidade de suas obras e que atendiam a reclamações constantes seus clientes internos e externos. Esses elementos geraram e geram ainda, tendências para a

implantação do sistema da qualidade, criando uma perspectiva ampla de desenvolvimento. As pessoas envolvidas no processo, assumem responsabilidades e procuram trabalhar para a qualidade para satisfazerem os clientes internos e externos. Deve-se considerar o seguinte conceito de qualidade: “Qualidade é a adequação ao uso”. Deste conceito surge um fato concreto, que apesar de uma variedade ampla de conceitos pelos quais é entendida ou praticada. A qualidade deve ser sempre definida de forma a orientar para seu alvo específico, o consumidor. Também definida quanto “adequação ao uso” com base na “Qualidade Total”. É o conceito que amarra as duas pontas da questão da qualidade (JURAN, 1990; PALADINI, 1997).

A qualidade deve estar contida intrinsecamente nos valores com que as empresas alimentam suas estratégias e, todos os instrumentos e metodologias de gestão da qualidade que fazem parte dessas estratégias. O objetivo é atingir o posicionamento competitivo que viabilize a sobrevivência e desenvolvimento da empresa em seu mercado de atuação. Os movimentos que a cadeia produtiva da construção civil vêm fazendo nos últimos anos em direção à busca de melhoria da qualidade são decorrentes das alterações que estão ocorrendo no ambiente econômico e social e no ambiente competitivo. Na busca de explicações para o sucesso de indústrias de determinados países, a idéia de que a produtividade e a forma de um setor, ou de uma indústria, depende da produtividade e da forma como os recursos básicos, capital e trabalho, são utilizados. O valor associado a essa produtividade como expressão do resultado obtido de uma unidade de trabalho ou capital depende das características do produto, da eficiência com que são produzidos, da qualidade agregada ao produto e do processo como um todo. A competitividade é a capacidade de uma empresa ou setor em formular e implementar estratégias concorrentes que permitem conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável do mercado (SOUZA, 1997).

Em uma economia global não é possível garantir a sobrevivência de uma empresa apenas exigindo esforço individual concentrado do pessoal ou cobrando apenas resultados. Hoje são apenas necessários métodos que possam ser utilizados por todos em direção aos objetivos de sobrevivência da empresa.

Os cenários e tendências do futuro fazem com que haja a necessidade de implantar um sistema de gestão da qualidade constante, visando à melhoria de processo e que permita a busca e a conquista da competitividade no mercado, com vistas à sobrevivência e perpetuação da organização. Qualidade é uma consequência, é o produto de um sistema de gestão da qualidade com o foco efetivo em um mercado-alvo, baseado na aprendizagem organizacional e na participação das pessoas. Todos os recursos, sobretudo as pessoas, devem saber para onde se organizar e dirigir (AMBROZEWICZ, 2001)

O Centro Cerâmico do Brasil é o organismo certificador credenciado pelo INMETRO para a realização da certificação de conformidade da qualidade de telhas cerâmicas segundo a norma NBR 13582.

A certificação ou qualificação para a telha cerâmica ocorre a partir do momento em que o fabricante manifesta seu interesse em estar se inserindo no sistema da qualidade e o faz por meio do envio de um formulário de solicitação ao CCB. A empresa fornecerá todas as informações sobre o seu sistema de gestão, o tipo da telha produzida, o processo e as normas técnicas aplicáveis. O organismo procede a análise da solicitação de licença para o uso da marca e do certificado de conformidade, avalia internamente a viabilidade da certificação ou qualificação e emite um orçamento ao fabricante, que analisará e dará prosseguimento ao processo. Ocorrerá auditoria inicial na indústria para verificações dos controles de fabricação dos produtos que constam na solicitação. A empresa poderá certificar quais e quantos produtos de sua fabricação desejar, por meio

do modelo nº 05 International Organization for Standardization (ISO) ISO/CASCO, o mais amplo entre todos. As verificações abrangem, no mínimo, os seguintes pontos:

- controle do processo dos produtos;
- calibração dos equipamentos utilizados no processo produtivo;
- inspeção de processo e inspeção final;
- registros da qualidade referentes aos ensaios de rotina;
- meios utilizados no tratamento de não-conformidades de produtos.

O fabricante deve, ainda, permitir a coleta de amostras na fábrica e no comércio para a realização dos ensaios, que ocorre de acordo com a amostragem estabelecida no procedimento técnico aplicável. Os ensaios são realizados em laboratórios pertencentes à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios (RBLE) ou qualificados pelo CCB. Os relatórios gerados, a partir das análises, são encaminhados à comissão de certificação do CCB, a qual tem legitimidade para deliberar sobre o assunto. A comissão de certificação delibera sobre a recomendação ou não do produto, para a concessão do certificado de conformidade, com base nas evidências levantadas por meio dos relatórios de ensaios e auditorias. No caso da solicitação ser aprovada, pela Comissão de Certificação, o CCB emite um certificado de conformidade e um contrato para uso da marca de conformidade. A licença para o uso da marca de conformidade somente é concedida após a assinatura do contrato entre o fabricante e o CCB. Durante a vigência do contrato de concessão do certificado de conformidade, o CCB realizará o acompanhamento dos produtos certificados pelos ensaios e auditorias realizadas dentro de prazos estabelecidos nas regras específicas. Os custos para a certificação variam com o tipo de produto e do porte da empresa são distribuídos segundo as fases para a análise do processo; de auditorias; de coleta e transporte de amostras; de ensaios e custos de acompanhamento periódico com auditorias de manutenções, ensaios e gerenciamento do

processo de certificação ou qualificação (CCB, 2001). A seguir, a Figura 29, mostra a Norma NBR ISO 9001 (versão 2000) propondo um novo modelo baseado no Sistema de Gestão da Qualidade em substituição à norma NBR ISO 9001 (1994).

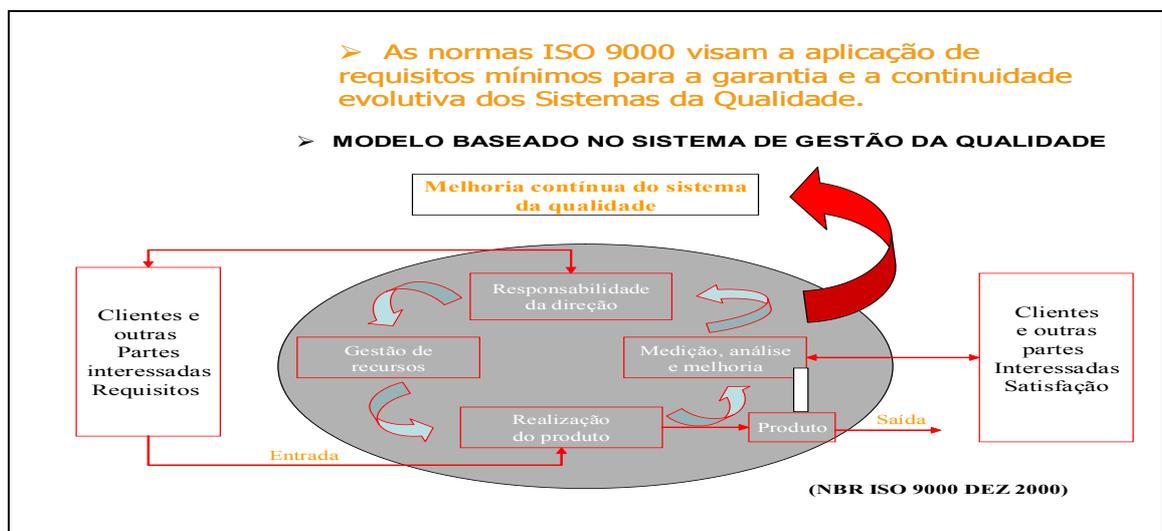


Figura 29. Modelo de sistema de gestão da qualidade baseado em processo (NBR ISO 9001 (2000).

O modelo proposto pela norma ISO 9001 (2000), determina as ligações dos processos, cujo conteúdo define a satisfação por meio de avaliações e percepções com relação às suas expectativas atendidas.

Esta norma ISO 9001 relaciona a cadeia de fornecimento que reflete o vocabulário usado atualmente.

FORNECEDOR → **EMPRESA CERÂMICA** → **CLIENTE**

A empresa deverá estabelecer os processos, implementar e manter um Sistema de Gestão da Qualidade e melhorar continuamente por meio dos requisitos descritos nesta norma. Os requisitos gerais estão a seguir listados:

- identificar os processos necessários para o sistema da qualidade que melhor se adapte à sua organização;
- determinar a seqüência e interação desses processos;
- estabelecer critérios e métodos para assegurar que a operação e o controle dos sejam eficazes;
- assegurar a disponibilidade de recursos e informações necessárias para que a operação dos processos e seu monitoramento tenham continuidade;
- medir, monitorar e analisar todos processos implementados;
- implementar ações necessárias para atingir os resultados planejados para a melhoria contínua.

Todos os processos da qualidade devem ser gerenciados pela empresa, segundo os requisitos dessa norma.

3.6 A segurança nas fábricas de cerâmica vermelha

No Sistema da Qualidade deverá ser levada em consideração a segurança nas fábricas de cerâmicas vermelhas, principalmente, os valores da integridade física pessoal. As principais causas de acidentes nas instalações residem no fato de que é necessário prevenir e evitar os acidentes; considera-se útil apresentar algumas das principais causas de acidentes:

- **causas básicas relacionadas aos:** fatores humanos como problemas físicos ou psíquicos, ausência de treinamentos, motivação inadequada e má qualificação da mão-de-obra.
- **fatores operacionais como:** padrão de trabalho, projeto e manutenção inadequados; consumo, desgaste, uso e aquisição incorretos.
- **causas imediatas como os atos inseguros:** acionar equipamento sem autorização, omissão de aviso, acionar em velocidade imprópria, violar os dispositivos de segurança, usar equipamentos defeituosos, não usar os equipamentos de proteção individual (E.P.I.), carregar ou colocar o E.P.I. de modo inadequado, assumir posições inadequadas, reparar mecanismos em movimento, brincar e beber.
- **condições inseguras:** equipamentos defeituosos, ausência de ordem e limpeza, perigos de incêndio ou explosão, condições ambientais perigosas como gás, pó, fumaça, iluminação e ventilação inadequadas (QUALIHAB, 1991).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo descrevem-se os materiais e métodos da presente pesquisa. São detalhados os instrumentos de coleta de dados e os experimentos para as matérias-primas e os ensaios para as cerâmicas estruturais vermelhas: as telhas.

4.1 Materiais

Este trabalho foi desenvolvido no Estado de São Paulo, nos pólos de maior concentração de cerâmicas de pequeno e médio porte, sendo escolhidos os municípios de Tambaú, Laranjal Paulista, Conchas e Ourinhos, no período de junho a dezembro de 2002. Foram pesquisadas 12 empresas, produtoras de telhas cerâmicas, sendo três empresas certificadas no sistema da qualidade, denominadas **A**, três empresas em fase de certificação, denominadas **B** e seis empresas que ainda não o iniciaram, denominadas **C**. Tais empresas, identificadas neste trabalho, pelas letras, **A**, **B** e **C**, terão seus nomes preservados e mantidos em sigilo por meio de um termo de compromisso de confidencialidade.

Nas visitas às empresas foram colhidos materiais para análises de caracterização das matérias-primas e dos sistemas produtivos.

4.2 Métodos

Utilizaram-se os métodos descritivo e exploratório, cuja coleta de dados foi efetuada no período de junho a dezembro de 2002. Os dados foram coletados em três tipos diferentes de instrumentos: formulário do tipo “*Check List*” (CCB); ensaios laboratoriais para caracterização da matéria prima e ensaios laboratoriais do produto acabado.

4.2.1 *Check list*

O *Check List*, foi elaborado pelo CCB em comum acordo com a Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CCB/CDHU), segundo as normas ISO 9000, que têm por finalidade a avaliação, por meio de pontuação e a verificação da implantação e implementação do Sistema da Qualidade, nas indústrias cerâmicas. Esse instrumento é o mesmo adotado pela Comissão Julgadora (representantes do SINDUSCOM, Instituto de Engenharia, QUALIHAB, CCB e Universidades) para a qualificação e a certificação das empresas.

Por meio de visitas às empresas já citadas, aplicaram-se os itens do *Check List*, cujos critérios de pontuação, para o controle da avaliação, foram determinados como mostra a tabela 13.

O formulário tipo “*Check List*” (CCB) é composto de nove itens, onde se avaliam: o sistema da qualidade e responsabilidade da administração; os procedimentos para aquisição de insumos básicos; a matéria-prima utilizada para a conformação da massa; o controle do processo produtivo; o controle do produto acabado; o controle do

desenvolvimento das auditorias internas, os treinamentos setoriais internos, a assistência técnica aos consumidores, as pesquisas e desenvolvimento de novos produtos cerâmicos. Para a avaliação de cada item, que relaciona cada etapa cumprida pela empresa dentro do sistema da qualidade, será aplicada uma pontuação que compreende em 10 pontos, quando a empresa cumpre integralmente com registros e documentos gerados formalmente pelo requerido, em até 6 pontos, quando cumpre parcialmente com registros e documentos gerados e em até 4 pontos, quando cumpre parcialmente de forma informal sem gerar registros e documentos.

No **Anexo** o *Check List* do CCB está apresentado de forma completa onde constam os requisitos do sistema da qualidade e respectivas avaliações e pontuações. A seguir na Tabela 13 é apresentado o tópico 1 do *Check List*, que diz respeito as Sistema da qualidade e responsabilidade da administração para exemplificação.

Tabela 13. Instrumento de coleta de dados *Check List* (CCB) do primeiro requisito das avaliações.

REQUISITOS	AVALIAÇÃO		
	CRITÉRIO PARA PONTUAÇÃO (PONTOS)	Pontuação obtida	
1. SISTEMA DA QUALIDADE E RESPONSABILIDADE DA ADMINISTRAÇÃO			
1.1 Como está estruturado o setor da qualidade responsável pela implementação e manutenção do sistema da qualidade?	Completa	10	
	Em formação (implantado)	6	
	Embrionária	4	
1.2 Está definida a responsabilidade e autoridade – descrição de função?	Definida e implementada	10	
	Descrita nos procedimentos	6	
	No organograma	4	
1.3 Há uma política da qualidade da empresa, constante em documentos escritos da direção, divulgada aos clientes e colaboradores? Consta em documentos escritos da direção de forma:	Por escrito, divulgada aos clientes e colaboradores.	10	
	Por escrito, divulgada somente aos colaboradores.	6	
	Verbalmente para os colaboradores.	4	
1.4 Existe um Manual da Qualidade? Consta de documentos escritos de forma:	Conforme ISO 9000	10	
	Coletânea de procedimentos	6	
	Embrionário	4	
1.5 Os documentos antigos são retirados de circulação? Há controle dos documentos? Consta de: sistemática de substituição.	Implementada	10	
	Implantada	6	
	Informal	4	
1.6 O sistema da qualidade é revisado periodicamente? Quando?	Para todos os documentos	10	
	Fichas técnicas de produção	6	
	Informal	4	
TOTAL			

Em cada etapa do Sistema da Qualidade implantado, como discriminado nas variáveis de 01 a 09 do *Check List*, foram feitas as auditorias nas empresas cerâmicas onde resultou uma contagem geral de pontos, atribuindo-se, neste trabalho, as seguintes equações para se determinar se a firma pesquisada atingiu os escores exigidos para a certificação:

$$P = PA/TP \cdot 100$$

Onde:

P: percentual alcançado pela empresa nos itens do *Check List*

PA: o que relaciona os pontos atribuídos pelo auditor quando da investigação no local da empresa, para cada setor investigado;

TP: os pesos fixados e definidos pela comissão em cada etapa.

$$AV = P \cdot PI/100$$

Onde:

AV= porcentagem de cada etapa e total;

PI= peso percentual também fixado pela comissão de cada etapa.

Os organismos certificadores estabelecem uma pontuação mínima de 60,00%, para conceder o Certificado da Qualidade para a empresa cerâmica aferida, por meio da utilização do *Check List*.

4.2.2 Procedimentos de ensaios para a caracterização da matéria-prima

Além da observação sistemática dos itens relacionados acima, realizaram-se também os procedimentos pertinentes aos ensaios laboratoriais para a caracterização da matéria-prima; quarteamento da massa; controle por atributos; determinação da perda por calcinação (perda ao fogo); determinação da retração linear de secagem a 110° C; determinação da retração linear de queima a 900° C; determinação da absorção de água; determinação da resistência à flexão, determinação da tendência à formação de coração negro e da impermeabilidade.

Para a realização dos ensaios de caracterização das matérias-primas (massa) colhidas nas empresas em estudo, seguiram-se os procedimentos das normas técnicas brasileiras (ABNT, 2000).

A Figura 30 mostra as argilas (massa), colhidas nas empresas envolvidas nesse trabalho de pesquisa, para a realização dos ensaios pertinentes à caracterização no que diz respeito à absorção, retrações de secagem e queima, perda ao fogo, resistência à flexão e impermeabilidade, visando elaborar gráficos estatísticos com o intuito de visualizar as condições de utilização, controle e conformidade da matéria-prima entre as empresas analisadas.



Figura 30. Argilas que integram a mistura da massa para produção da telha cerâmica (CCB, 2003).

- **Procedimentos de preparo da argila**

Entre os procedimentos de preparo da argila está o quarteamento, como demonstra a Figura 31, onde se faz necessário homogeneizar a amostra da argila a ser ensaiada. Foi, portanto, amontoada sobre uma superfície limpa, de modo a formar um cone, e em seguida, estendida, formando uns montes compridos, dispondo de várias pás em camadas. Com o monte comprido, formaram-se 2 outros montes em forma de cone, alternando as “pasadas”. Um dos montes foi homogeneizado com a pá para formar uma mistura, o outro monte, guardado para futura referência. O monte homogeneizado foi em seguida, achatado e dividido em quatro setores iguais. Dois setores (que estão em

lados opostos) foram separados e juntados ao monte de referência. Os dois setores restantes, misturados.

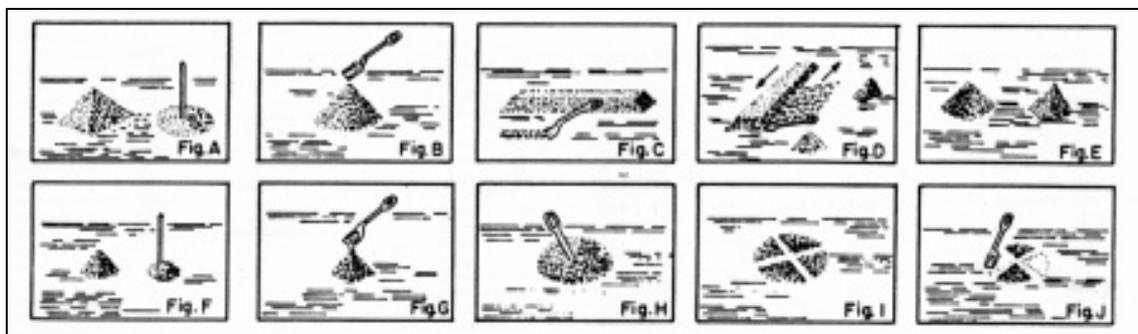


Figura 31. Representação do quarteamento da mistura (GIBERTONI, 2001).

A Figura 32 mostra o processo de moagem da matéria-prima (massa) de todas as indústrias cerâmicas desta pesquisa. Através de um moinho de rolo, foram realizadas as triturações dos grãos e, eventuais presenças de componentes nocivos (sulfatos, sulfetos, carbonatos e matérias orgânicas) das massas analisadas.



Figura 32. Moagem das argilas no moinho de rolo (CCB, 2003).

Por meio de um controle rigoroso de moagem, foi verificado que se tratavam de misturas com presenças de material orgânico em pouca quantidade, podendo afetar no produto acabado, em deformações e não conformidades na fase de secagem e queima.

A Figura 33 apresenta a extrusão das massas homogêneas e umidificadas em teor ideal de trabalhabilidade em torno de 20%, para a conformação dos corpos-de-prova que foram submetidos aos ensaios pertinentes determinados pelas normas técnicas brasileiras.



Figura 33. Extrusão das massas de argila para a composição dos corpos-de-prova (CCB, 2003).

- **Controle por atributos da massa do corpo-de-prova**

1. **Cor:** avaliou-se a cor dos torrões de argila em relação a uma amostra de torrões de referência. Para isso, inspecionou-se a superfície fresca de vários torrões. Teve-se o cuidado especial com a umidade da amostra, já que variações nesta alteram, de forma notável, a cor da argila.
2. **Conteúdo de areia:** avaliou-se o conteúdo de areia mediante o tato (manual) de pequenos torrões de argila.
3. **Plasticidade:** avaliou-se, em alguns casos, a plasticidade das amostras mediante o tato e inspeção visual de distintos torrões de argila. Os resultados foram expressos de forma qualitativa em comparação com amostras de referência.

- **Determinação da perda ao fogo da massa do corpo-de-prova**

1. **Equipamentos necessários para secagem:** estufa, lâmpada de infravermelho, forno de microondas ou elétrico, forno elétrico de laboratório, balança de precisão (1g).

2. **Amostra:** foi preparada de forma distinta, em função dos dois tipos de controles:

- **controle básico:** a amostra foi triturada realizando-se o seu quarteamento de forma a se obter uns 100g do material. Esse foi desaglomerado manualmente, seco completamente em equipamento adequado, a uma temperatura não superior a 110° C.

- **controle complementar:** preparou-se um mínimo de 2 corpos-de-prova para cada temperatura de queima. Os corpos-de-prova foram secos completamente em estufa a 110° C.

3. **Procedimento**

- **Controle básico:** inicialmente, foram pesadas porções de 50g (ms), que foram colocadas em recipientes adequados, previamente pesados (mr) e completamente secos. As amostras foram submetidas ao ciclo de queima correspondente. Finalmente, as amostras foram novamente pesadas (mc) e o valor obtido foi anotado.

- **Controle complementar:** uma vez seco, os corpos-de-prova foram pesados (ms), anotando-se os valores e, posteriormente, submetidos ao ciclo de queima correspondente. Finalmente, as amostras foram novamente pesadas (mc) e os valores obtidos anotados.

4. **Resultados:** a perda por calcinação é calculada a partir da seguinte expressão:

$$PPC = \frac{m_s - m_c}{m_s} \times 100$$

Onde:

PPC = Perda por Calcinação (%);

ms = massa do corpo-de-prova ou sólido seco (g);

mc = massa do corpo-de-prova ou sólido calcinado (g).

Os resultados são expressos em %, com uma precisão de uma casa decimal.

- **Determinação da retração linear de secagem**

1. **Equipamentos:** paquímetro ($\pm 0,01$ mm); estufa de secagem.
2. **Amostra:** necessários no mínimo dois corpos-de-prova.
3. **Procedimento:** foram primeiramente, medidos os corpos-de-prova antes da secagem, com o auxílio de um paquímetro. Os corpos-de-prova crus foram secos completamente em estufa a 110°C. Uma vez secos, mediu-se o diâmetro ou o comprimento de cada um deles, anotando-se os valores.
4. **Resultados:** a retração linear de secagem foi calculada a partir da expressão:

$$RL = \frac{L_u - L_s}{L_u} \times 100$$

Onde:

RL = Retração Linear (%);

Lu = Diâmetro ou Comprimento do Corpo-de-prova Úmido (mm);

Ls = Diâmetro ou Comprimento do Corpo-de-prova Seco (mm).

O resultado é expresso em %, com uma precisão de uma casa decimal.

- **Determinação da retração linear de queima da massa do corpo-de-prova**

A realização do ensaio de retração ocorre após a calcinação dos corpos-de-prova a 900°

C. Foram tomadas as medidas por meio do equipamento, paquímetro, utilizando-se as

marcas dos pontos fixados antes da secagem desses corpos-de-prova. Verificando-se as dimensões de retração (contrações) ocorridas:

1. **Equipamento:** paquímetro ($\pm 0,01\text{mm}$); forno de laboratório; estufa de secagem.
2. **Amostra:** foram necessários no mínimo dois corpos-de-prova por temperatura de queima.
3. **Procedimento:** os corpos-de-prova crus foram secos completamente em estufa a 110°C . Uma vez secos, mediu-se o diâmetro ou o comprimento de cada um deles, anotando-se os valores. Posteriormente, essas amostras foram submetidas ao ciclo de queima correspondente, em função do tipo de material. Finalmente, voltou-se a medir o diâmetro ou o comprimento dos corpos-de-prova queimados, anotando-se o valor medido.
4. **Resultados:** a retração linear de queima é calculada a partir da expressão:

$$RL = \frac{L_s - L_q}{L_s} \times 100$$

Onde:

RL = Retração Linear (%);

Ls = Diâmetro ou Comprimento do Corpo-de-prova Seco (mm);

Lq = Diâmetro ou Comprimento do Corpo-de-prova Queimado (mm).

O resultado é expresso em %, com uma precisão de uma casa decimal.

- **Determinação da absorção de água da massa do corpo-de-prova**

O ensaio de absorção de água nos corpos-de-prova após a calcinação a 900°C , foram submersos em água fervente por 2 horas e, posteriormente secos superficialmente e pesados em balanças, no sentido de se verificar o percentual de poros vazios presentes

na massa, em conformidade às normas técnicas, como demonstrado abaixo passo a passo.

1. **Equipamento:** sistema de fervura (banho com resistência elétrica, panela e fogareiro, etc.); balança (1 g); um pano.
2. **Amostra:** foram necessários no mínimo dois corpos-de-prova por temperatura de queima. Os corpos-de-prova, uma vez secos, foram submetidos ao ciclo de queima correspondente, em função do tipo de material.
3. **Procedimento:** pesaram-se as amostras queimadas, perfeitamente secas. O banho de água foi aquecido até a ebulição. Neste momento, as peças foram introduzidas na água, ficando em banho durante 2 horas (em fervura). Ao final dessas 2 horas, o aquecimento foi interrompido. Deixou-se esfriar a água durante um período de, aproximadamente, meia hora. Em seguida, retiraram-se os corpos-de-prova do banho, introduzindo-os em um banho em água fria. Antes de serem novamente pesadas, as amostras foram superficialmente secas com um pano úmido. Os valores anotados.
4. **Resultados:** o valor da absorção de água se obteve mediante a expressão:

$$AA = \frac{m_h - m_q}{m_q} \times 100$$

Onde:

AA = Absorção de Água (%);

Mh = Massa da Amostra Úmida (g);

Mq = Massa da Amostra Queimada (g).

- **Determinação da impermeabilidade da massa**

A realização do ensaio de impermeabilidade nos corpos-de-prova das massas utilizadas pelas empresas pesquisadas, onde se obteve os resultados pertinentes às normas técnicas por meio dos procedimentos a seguir descritos:

1. **Equipamento:** tubo graduado ou de PVC.
2. **Amostra:** toda amostra previamente seca, após o ciclo de queima.
3. **Procedimento:** ensaios realizados nos corpos-de-prova foram submetidos ao ciclo de 24 horas com a presença de água nos tubos graduados. No final do ciclo verificou-se visualmente a face inferior dos corpos-de-prova para constatar a formação de manchas ou gotas.
4. **Resultados:** observada a face inferior seca ou com apenas manchamento, os corpos-de-prova foram considerados aprovados. Com a formação de gotas ou vazamento, foram reprovados.

- **Determinação da resistência à flexão do corpo-de-prova (NBR13818/97)**

A realização dos ensaios de resistência à flexão dos corpos-de-prova das massas utilizadas pelas empresas cerâmicas analisadas, foram feitas dentro das normas técnicas. Por meio de uma prensa de precisão mediu-se a carga de ruptura aplicada a esses corpos-de-prova para se avaliar a resistência, tanto na fase de secagem a 110° C, quanto após a queima a 900° C para se obter os valores de conformidade, correspondentes respectivamente à 3,00 MPa e 6,50 MPa, para se definir a qualidade das massas das argilas utilizadas na produção das telhas cerâmicas.

A prensa utilizada para esses ensaios é automática e de precisão, determinando os valores de resistência à ruptura eletronicamente por meio das expressões a seguir discriminadas:

1. **Equipamento:** Prensa de precisão.
2. **Amostra:** Corpos-de-prova
3. **Resultados:**

$$\Delta = [(M1-M2)/ M1]*100 \quad 0,1\%$$

Onde:

Δ = variação da umidade da massa;

M1 = Massa inicial (g);

M2 = Massa final (g);

1 Kg = 9,81 Newton

$$CR = \frac{F \cdot L}{b} = \frac{N}{m} \times mm$$

$$MRF = \frac{3 \cdot F \cdot L}{2e^2 \cdot b} \quad \frac{N}{mm^2}$$

Onde:

CR = carga de ruptura;

MRF = módulo de ruptura à flexão;

F = carga aplicada;

L = largura do vão entre os cutelos;

e = espessura;

b = largura.

- **Determinação da porosidade aparente**

1. **Equipamento:** balança; recipiente com água.
2. **Procedimento:** a porosidade aparente foi definida como o quociente do volume dos poros abertos dos corpos pelo volume aparente dos mesmos

corpos. Essas medidas dão a porcentagem do volume dos poros abertos em relação ao volume total dos corpos (poros abertos + poros fechados + parte sólida). As peças secas foram imersas em um recipiente com água por 24 horas. Após este período de tempo, enxugaram-se as superfícies dos corpos-de-prova (com um pano úmido) e determinou-se o peso úmido.

- **Determinação da tendência à formação de coração negro**



Figura 34. Presença de coração negro no produto cerâmico (GIBERTONI, 2001).

A Figura 34 mostra um produto cerâmico com a presença do coração negro no seu interior. Esse ensaio foi realizado nas massas, para se analisar a tendência a essa patologia e determinar a existência de matérias orgânicas em quantidade excessiva que pudesse provocar o surgimento dessas manchas e, conseqüentemente, o enfraquecimento dos produtos, por meio dos procedimentos a seguir descritos.

1. **Equipamentos:** prensa de Laboratório ($\pm 1,47$ MPa); estufa de secagem; forno elétrico de laboratório.
2. **Amostra:** um corpo-de-prova de aproximadamente 2 cm de espessura, por volta de 5,5% de umidade (% base seca) e 600 Kg/cm².
3. **Procedimento:** as amostras obtidas foram completamente secas em estufa a 110°C. Em seguida, queimadas em forno elétrico de laboratório com ciclo de queima adequado. Realizou-se a queima juntamente com uma amostra

padrão. Depois da queima, cortaram-se os corpos-de-prova, observando a espessura da zona oxidada e comparando-a com o padrão da mesma argila.

4. **Resultados:** o resultado foi expresso de forma qualitativa, do seguinte modo: igual tendência ao padrão; menor tendência do que o padrão; maior tendência ao padrão.

4.2.3 Ensaio do produto acabado

Da mesma forma, foram feitos ensaios do produto acabado por meio da determinação da carga de ruptura à flexão, do dimensional, da absorção de água, da impermeabilidade e da classificação visual. Para a realização dos ensaios do produto acabado (telha) colhido nas empresas em estudo, seguiram-se os procedimentos das normas técnicas brasileiras. Os ensaios foram realizados em seis corpos-de-prova de cada empresa pesquisada e o resultado final, para cada ensaio, foi considerado a média entre eles e relacionados na Tabela 26.

- **Determinação da massa e da absorção de água NBR 8947 (1985)**

1. **Equipamentos:** balança com resolução de 1g e estufa com temperatura ajustável ($105 \pm 5^\circ\text{C}$).
2. **Amostra:** uma telha inteira constitui um corpo-de-prova.
3. **Procedimento:** retirar do corpo-de-prova o pó e outras partículas soltas. Secar o corpo-de-prova em estufa até massa constante e pesar com aproximação de 1g. Obtém-se assim a massa da telha, M_s , em gramas.

Imergir o corpo-de-prova em um recipiente com água fervente durante 2 h e deixar esfriar até temperatura ambiente, mantendo-o sempre coberto pela água. Retirar, por meio de um pano úmido, o excesso de água da superfície do corpo-de-prova e medir sua massa com aproximação de 1g. Obtém-se assim a massa da telha em estado saturado de água, Mh, em gramas.

4. **Resultados:** deve-se informar o tipo de telha ensaiado e considerar a massa da telha em gramas. A absorção de água, AA, expressa percentualmente, é o quociente entre a massa absorvida pelo corpo-de-prova saturado de água e a massa da telha. O valor da absorção de água se obtém mediante a expressão:

$$AA = \frac{m_h - m_s}{m_s} \times 100$$

Onde:

AA = Absorção de água (%);

Mh = Massa da amostra Úmida (g);

Ms = Massa da telha (g).

- **Determinação da impermeabilidade: NBR 8948 (1985)**

1. **Equipamentos:** tubo de seção circular reto, transparente ou translúcido e aberto nos extremos, com diâmetro interior aproximadamente igual a 35 mm e altura suficiente para formar uma coluna de água de 250 mm.
2. **Amostra:** uma telha inteira constitui um corpo-de-prova.
3. **Procedimento:** colocar o corpo-de-prova em posição horizontal e apoiar um dos extremos do tubo sobre a telha, na região central da superfície que ficar exposta às intempéries, de modo que o tubo fique na posição vertical. Vedar com selante adequado a união entre o tubo e o corpo-de-prova. Encher o tubo

com água até formar uma coluna de 250 mm e deixar o sistema em repouso por 24 horas, em ambiente coberto e ventilado. Após 24 horas, analisar a superfície inferior do corpo-de-prova.

4. **Resultados:** o resultado deve considerar se houve ou não vazamento, formação de gotas e aparecimento de manchas de umidade. Deve-se informar o tipo de telha, bem como a temperatura ambiente e a umidade relativa da sala de ensaios.

- **Determinação da carga de ruptura à flexão: NBR 9602 (1986) e NBR 6462 (1986)**

1. **Equipamentos:** prensa ou outro dispositivo que possibilite a aplicação da carga de modo progressivo e sem choques, devendo possuir dinamômetro com resolução igual ou inferior a 10 N para a leitura da carga de ruptura e para o controle da aplicação da carga. Três cutelos de madeira com comprimento de (550 ± 20) mm; barra de aço com seção circular, com diâmetro de (20 ± 2) mm e comprimento de (550 ± 20) mm, conectada ao dispositivo de aplicação da carga; paquímetro com resolução de 0,02 mm.
2. **Amostra:** uma telha inteira isenta de defeitos.
3. **Procedimento:** imergir o corpo-de-prova em água potável durante 24 h. Após este intervalo de tempo, apoiá-lo, com a concavidade para baixo, sobre dois cutelos de madeira. Colocar à meia distância das duas arestas longitudinais da telha, o cutelo restante e, sobre este, a barra de aço. Aplicar a carga progressivamente e sem golpes, com velocidade de carregamento da ordem de 50 N/s, até a ruptura do corpo-de-prova. Após a ruptura do corpo-de-prova,

medir a espessura da telha na seção de fratura, em pelo menos três pontos regularmente espaçados.

4. Resultados: deve-se considerar o tipo de telha ensaiado, o valor da carga de ruptura e a espessura média da telha ensaiada.

- **Determinação do dimensional da telha cerâmica tipo Romana segundo a norma NBR 13.582 (1996)**

Para se determinar o dimensional da telha cerâmica tipo Romana faz-se necessário investigar todas as medidas determinadas pela norma como:

- altura da telha, capa suspensa, pino fora do vidro (H3), 55 mm, com tolerância de $\pm 1,4$ mm;
- comprimento total da telha (C1), 400 mm, tolerância de ± 10 mm;
- Largura total de fora-a-fora – (L1), 240 mm, tolerância de $\pm 6,0$ mm;
- é a largura que repete, menor que a anterior (L2), 220 mm, tolerância de $\pm 5,5$ mm;
- medida total do encaixe traseiro por cima da tela (D4), 75 mm, tolerância de $\pm 2,0$ mm;
- distância entre os dois frisos superiores do encaixe (D5), 32 mm, tolerância de $\pm 1,0$ mm;
- encaixe do canal lateral (D6), 85 mm, tolerância de $\pm 2,0$ mm;
- altura lateral do canal (H1), 25 mm, tolerância de $\pm 1,0$ mm;
- A Medida total do encaixe traseiro por baixo da telha – (D3), 85 mm, tolerância de $\pm 2,0$ mm;
- altura do pino – (H2), 8 mm, tolerância de $\pm 1,0$ mm;
- distância do pino de trás da telha até o pino (D1), 20 mm, tolerância de $\pm 1,0$ mm;

- largura do pino – (D2), 15 mm, com tolerância de $\pm 1,0$ mm;
- espessura final na beira da capa – (E2), 13 mm, tolerância de $\pm 2,0$ mm;
- espessura da telha no eixo do canal – (E1), 13 mm, com tolerância de $\pm 2,0$ mm;
- espessura da telha no eixo do canal – (E3), 13 mm, tolerância de $\pm 2,0$ mm.

- **Determinação da inspeção geral**

Para a determinação do aspecto visual faz-se necessário observar as condições da telha cerâmica como, tonalidade da cor, empeno, som cavo indicando presença de fissuras ou produto mal queimado, escamas e deformações. Tais defeitos orientam o classificador sobre as condições e destino a ser dado à telha cerâmica. Como produto não-conforme podendo ser conduzido à segrega para ser transformado em caco ou, produto de segunda, podendo ser vendido caso atenda ao sistema da qualidade e todo procedimento de rastreabilidade.

5. RESULTADOS

A coleta de dados foi realizada no período de junho a dezembro de 2002, cujos resultados apresentados demonstram o alcance e dificuldades das principais etapas do processo produtivo, envolvendo as matérias-primas utilizadas e o sistema de produção empregado em cada empresa integrante desta pesquisa.

Foram obtidos os seguintes dados verificados pelo *Check List* (CCB) para a pontuação levantada nos diversos setores das empresas:

5.1 Utilização do *Check List* do CCB

Nas Tabelas de 14 a 26 estão apresentados os resultados da pontuação das empresas cerâmicas avaliadas neste estudo e a discriminação das ações implantadas e implementadas em todos os setores, determinando-se as condições reais de cada setor e o cumprimento dos itens propostos. Em seguida estas ações são ponderadas aplicando-se as regras utilizadas pela comissão julgadora por meio fórmulas desenvolvidas para se determinar a quantidade de pontos percentuais adquiridos pelas empresas. A conquista

da certificação se dá quando as empresas atingem o mínimo de 60 pontos percentuais estabelecidos. Caso contrário, não se obtêm o certificado.

As Figuras de 35 a 43 demonstram a representação gráfica das tabelas 14 a 26, o desempenho das empresas estudadas.

A Tabela 14 representa a variável da pontuação atingida no sistema da qualidade e responsabilidade da administração.

Tabela 14. Pontuação atingida pelas empresas cerâmicas na variável sistema da qualidade e responsabilidade da administração.

	<i>PONTUAÇÃO DAS EMPRESAS CERÂMICAS</i>											
	A			B			C					
1. SISTEMA DA QUALIDADE E RESPONSABILIDADE DA ADMINISTRAÇÃO	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	5	6
1.1 Como está estruturado o setor da qualidade responsável pela implementação e manutenção do sistema da qualidade?	7	6	6	7	4	4	4	4	4	4	4	5
1.2 Está definida a responsabilidade e autoridade – descrição de função?	7	6	6	8	2	2	2	2	2	2	2	5
1.3 Há uma política da qualidade da empresa, constante em documentos escritos da direção, divulgada aos clientes e colaboradores? Consta em documentos escritos da direção de forma:	6	6	6	8	2	2	2	2	2	2	2	5
1.4 Existe um Manual da Qualidade? Consta de documentos escritos?	7	6	6	5	2	2	2	2	2	2	2	0
1.5 Os documentos antigos são retirados de circulação? Há controle dos documentos? Consta de: sistemática de substituição.	6	6	6	7	2	2	2	2	2	2	2	0
1.6 O sistema da qualidade é revisado periodicamente? Quando?	8	6	6	8	2	2	2	2	2	2	2	0
TOTAL (PA)	41	36	36	43	14	15						
Total de porcentagem atingida (P) P = PA / TP. 100 (%)	68	60	60	72	23	25						

Onde: TP = 60 e PA= pontos do auditor

A seguir, na Figura 35, está a representação gráfica dos resultados do sistema da qualidade.

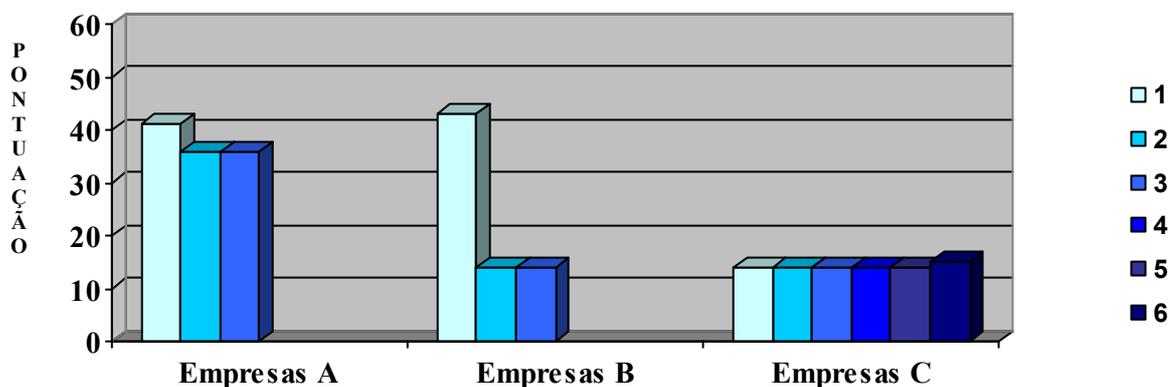


Figura 35. Representação gráfica do desempenho das empresas cerâmicas na variável sistema da qualidade e responsabilidade da administração.

Tratou-se nesta variável, a avaliação do sistema da qualidade, responsabilidade da administração e todos os aspectos decorrentes desse setor, como a organização, formatação por meio de documentação específica, manual da qualidade, lista mestra de procedimentos e controles, destino dos documentos, assim como, a implantação e implementação desse sistema.

Observa-se na Tabela 14 que as empresas A(1, 2 e 3) e B(1) obtiveram uma porcentagem entre 60% a 72 % dos 60 pontos constantes na tabela da Comissão Julgadora. Muito embora, a empresa B(1) na ocasião da visita, ainda não possuísse sua certificação, que ocorreu posteriormente, cumpria grande parte desse requisito. As empresas restantes B(2 e 3) e C(1, 2, 3, 4, 5 e 6) ainda encontravam-se em fase inicial de preparação, estudos e capacitações por meio de palestras e cursos junto às associações de classe.

Na Tabela 15, anotou-se a variável procedimento para aquisição das empresas pesquisadas.

Tabela 15. Pontuação atingida pelas empresas cerâmicas na variável do procedimento para aquisição.

2 PROCEDIMENTO PARA AQUISIÇÃO	PONTUAÇÃO DAS EMPRESAS CERÂMICAS											
	A			B			C					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	5	6
2.1 Há um sistema de seleção e avaliação de fornecedores? Estimula o fornecedor a implantar Sistema da Qualidade?	7	5	6	6	5	4	4	4	4	4	4	3
2.2 Há especificações e normas para os materiais?	7	6	6	6	6	4	4	4	4	4	4	3
2.3 Há contrato com fornecedores?	6	6	6	6	0	4	4	4	4	4	4	0
TOTAL (PA)	20	16	18	18	11	12	12	12	12	12	12	6
Total de percentagem atingida (P) $P = PA / TP \cdot 100$ (%)	67	53	60	60	37	40	40	40	40	40	40	20

Onde: TP = 30 e PA = pontos do auditor

A seguir, na Figura 36, está a representação gráfica dos procedimentos de aquisição dos insumos.

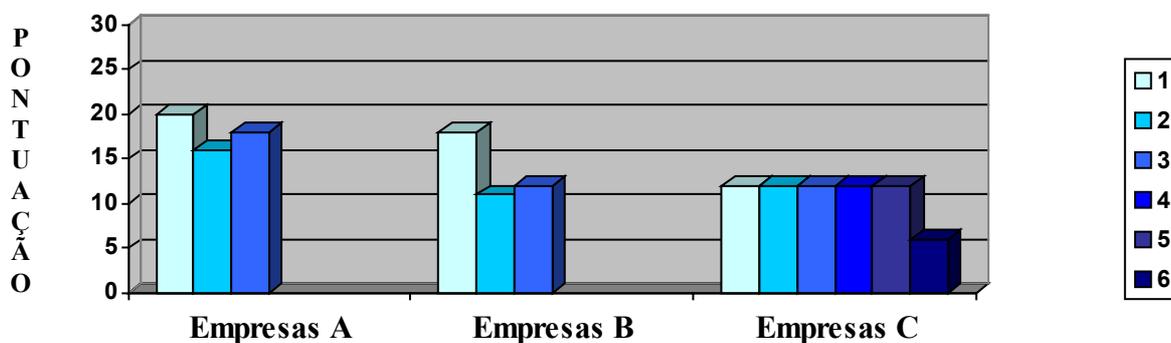


Figura 36.

Representação gráfica do desempenho das empresas cerâmicas na variável procedimento para aquisição.

Conforme mostra a Tabela 15, na variável de item 02, avaliaram-se todos os procedimentos de aquisição de insumos básicos como fontes de energia (lenhas, óleo combustível, gás, energia elétrica, GLP), argilas, quando adquiridos de terceiros e outros componentes utilizados pelas empresas, referentes aos contratos, seleção, aviação e normas específicas existentes. Seguiu-se dessa forma, para atribuir a pontuação correspondente ao cumprimento dos itens, os critérios adotados pelo *Check List* do CCB.

Observou-se que as empresas A (1, 2 e 3) e B(1) obtiveram uma porcentagem entre 53% a 67% dos 30 pontos constantes na tabela da Comissão Julgadora. As empresas A (1, 2 e 3) e B(1) obtiveram índices de pontuação satisfatórios. Já o restante das empresas B e C ficaram com desempenho abaixo do esperado.

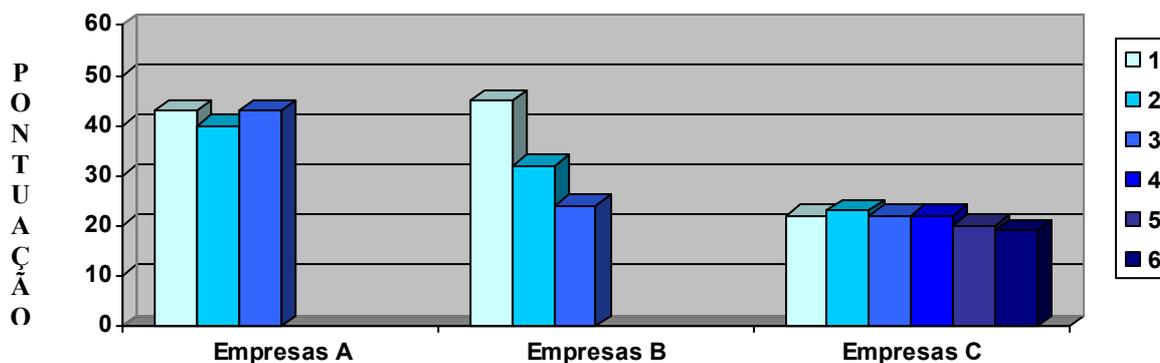
Na Tabela 16, foram determinados os pontos das empresas dos ensaios da matéria-prima.

Tabela 16. Pontuação atingida pelas empresas cerâmicas na variável matéria-prima.

	PONTUAÇÃO DAS EMPRESAS CERÂMICAS											
	A			B			C					
3. MATÉRIA PRIMA	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	5	6
3.1 Ensaio da Argila: Retração na secagem-bimestral Retração na queima-bimestral Granulometria - bimestral Análise química - anual Absorção de água - bimestral												
3.2 Mantem estoque de matérias - primas?	7	7	7	7	4	2	3	3	3	3	2	2
3.3 Dosagem / mistura: Argila (volume) - 1 x dia Rebarbas (volume) - 1 x dia Controle umidade da mistura - 2 x por turno Calibração velocidade das esteiras - trimestral Emprego de eletroimã/integridade – auditoria												
3.4 Preparação da massa Separação de impurezas Existe equipamento para destorra? Existe equipamento para mistura e adição de água? Existe técnico ou responsável para formulação?	8	6	8	8	4	6	4	4	4	3	4	5
3.5 Moagem; Integridade dos corpos moedores; Integridade da pista; Integridade das peneiras/grelhas.	7	7	7	7	6	4	4	4	4	4	3	3
3.6 Laminação A empresa possui laminador? Cilindro (integridade do cilindro)? Controla afastamento do cilindro? A maromba possui sistema de vácuo? Os bocais (moldes) da maromba são controlados? Os cortadores são automáticos?	7	7	7	8	6	5	4	5	4	4	4	3
TOTAL (PA)	43	40	43	45	32	24	22	23	22	22	20	19
Total de porcentagem atingida (P) P = PA / TP. 100	72	67	72	75	53	40	37	38	37	37	33	32

Onde: TP = 60 e PA = pontos do auditor

A seguir, na Figura 37, a representação gráfica dos resultados das matérias-primas.

**Figura 37.** Representação gráfica do desempenho das empresas cerâmicas na variável matéria-prima.

Foram avaliadas no item 03 as características das matérias-primas no âmbito dos ensaios pertinentes, determinados pelas normas técnicas brasileiras, assim como, controles de estoques, de misturas e preparação das massas por meio dos equipamentos existentes na linha de produção que são necessários à conformação dos produtos finais.

Observa-se que as empresas A(1, 2 e 3) e B(1 e 2) obtiveram uma porcentagem entre 53% a 75 % dos 60 pontos constantes na tabela da Comissão Julgadora. A empresa B(3) demonstrou por meio do percentual adquirido, que está implantando controles necessários nesta etapa. Já o restante das empresas B e C, demonstraram que executam controles informais, por tradição de aquisição e informações sobre a matéria-prima.

Na Tabela 17, foram determinados os pontos mais importantes de controle do processo produtivo das empresas.

Tabela 17. Pontuação atingida pelas empresas cerâmicas na variável controle do processo produtivo.

	PONTUAÇÃO DAS EMPRESAS CERÂMICAS											
	A			B			C					
4. CONTROLE DO PROCESSO PRODUTIVO	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	5	6
4.1 Existe controle da qualidade documentado das etapas do processo de produção?	7	7	7	8	4	4	4	4	4	3	4	3
4.2 Instruções de trabalho disponíveis ao usuário?	7	5	6	8	4	3	3	3	3	3	3	3
4.3 Está estabelecida sistemática para a rastreabilidade do produto?	5	6	6	8	4	2	3	3	3	3	3	3
4.4 Conformação: Umidade do material – 1 x por turno Vácuo – 2 x por turno Desgaste dos moldes/rebarbas – qinzenal.	7	6	6	7	4	4	4	4	4	3	3	2
4.5 Secagem: Distribuição da carga – Auditoria Ciclo de secagem – Auditoria. Umidade do material seco – 2 x por turno Perdas na secagem – Auditoria. Funcionamento dos ventiladores – Auditoria. A empresa possui forno para secagem? A empresa controla a temperatura do secador? A empresa controla o tempo de secagem? A empresa controla a retração da massa? Existem procedimentos para estes controles?	7	6	7	7	6	7	4	6	5	4	6	5
4.6 Há planos de manutenção?	7	7	6	6	6	6	6	6	4	6	4	4
4.7 Controle da Queima ; Distribuição de carga; Ciclo de queima; Perdas na queima; Consumo de combustível; Calibração dos termos elementos; A empresa controla as temperaturas de queima.	7	6	8	8	6	6	5	5	5	5	5	6
4.8 O local de produção está limpo e organizado?	7	7	7	7	5	3	3	3	5	4	3	4
4.9 Segurança no trabalho? PPRA, SMSO, CIPA, Mapa de risco, Quadro de acidentes, EPI, EPC's, índices de acidentes.	6	7	6	8	5	3	4	5	5	3	5	4
4.10 Preservação do meio ambiente: Reciclagem de águas, tratamento de efluentes, tratamento de detritos, controle de emissão de poluentes, tratamento de refugo.	7	7	6	7	5	4	7	7	6	4	7	3
4.11 São utilizadas técnicas estatísticas do processo produtivo? Gráficos de controle, curva ABC, diagrama causa-efeito (Ishikawa), CEP	6	4	5	4	2	3	3	3	3	3	3	0
TOTAL (PA)	73	68	70	78	51	45	46	47	49	39	46	37
Total de \percentagem atingida (P) P = PA / TP. 100 (%)	66	62	64	71	46	41	42	47	45	35	42	34

Onde: TP = 110 e PA = pontos do auditor

A seguir, na Figura 38, a representação gráfica dos resultados dos processos produtivos.

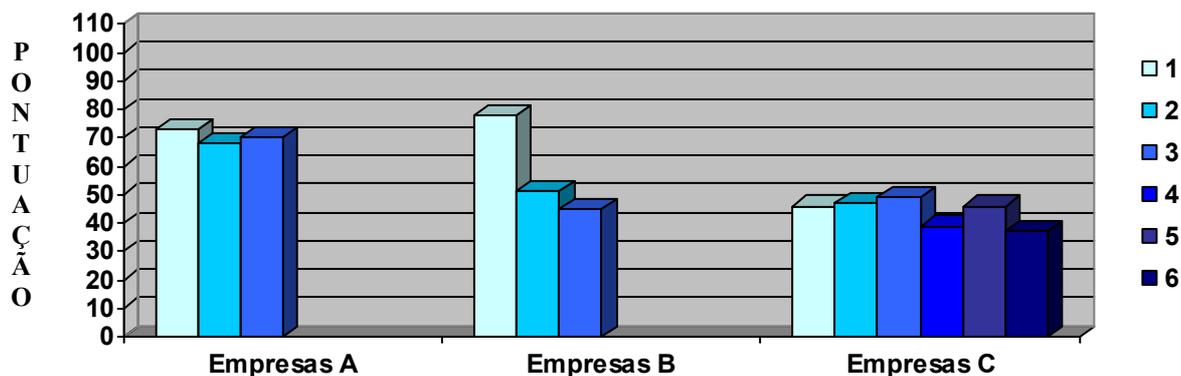


Figura 38. Representação gráfica do desempenho das empresas cerâmicas na variável controle do processo produtivo.

No item 04 do *Check List*, tratou-se do controle do processo produtivo, onde foram investigados os sistemas de controles documentados em cada setor e etapa de fabricação com as respectivas instruções de trabalho disponíveis aos operadores e usuários dos equipamentos. Foram avaliadas as formas de execução, os planos de manutenções, a calibração, a limpeza do ambiente, o tratamento dos detritos gerados, a presença de equipamentos de segurança, a emissão de poluentes, o destino e o tratamento de refulos, bem como, a presença de estudos e as técnicas estatísticas do processo com análises de gráficos estatísticos de controles.

A empresa B(1) conquistou o maior percentual nesta etapa avaliada. Nota-se pela Tabela 17, que as empresas A(1, 2 e 3) e B(1) obtiveram uma porcentagem entre 62% a 71 % dos 110 pontos constantes na tabela da Comissão Julgadora. As demais empresas B e C demonstraram por meio dos percentuais adquiridos, que estão implantando controles ou atendem informalmente os requisitos desta etapa.

Na Tabela 18, foram determinados os pontos mais importantes de controle do produto acabado das empresas.

Tabela 18. Pontuação atingida pelas empresas cerâmicas na variável controle de produto acabado.

	<i>PONTUAÇÃO DAS EMPRESAS CERÂMICAS</i>											
	A			B			C					
5. CONTROLE DE PRODUTO ACABADO	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	5	6
5.1 Faz controle diário de: Impermeabilidade; Ruptura a flexão; Dimensões; Empenamento; Absorção de água; Inspeção geral.	49	49	49	56	12	23	22	24	22	20	20	0
5.2 Existem equipamentos para controle de processo e produto acabado? Opção: pode ser terceirizado Trenas, Paquímetros; Balanças de resolução 0,1g; Estufa ventilada; Mufla; Provetas graduadas; Prensa com capacidade adequada (ensaio flexão/compressão); Recipiente para fervura de água (ensaio de absorção); Jogo de peneira; Termo higrômetro; Hidrômetro; Termopares; Vacuômetros.	7	7	7	7	0	3	2	2	2	3	3	0
5.3 Os instrumentos possuem: Calibração; Identificação; Histórico dos instrumentos avaliados.	6	7	7	8	0	2	2	2	2	2	2	0
5.4 Existe sistemática estabelecida para controle de produto acabado?	7	6	7	8	0	4	4	4	4	3	3	0
5.5 Existe sistemática estabelecida que o identifique o produto quanto ao estado de inspeção (aguardando resultado, aprovado, reprovado).	7	7	7	8	4	4	4	4	4	4	4	0
5.6 Existe sistemática estabelecida para segregar produto não conforme?	7	6	7	8	4	4	4	4	4	4	4	3
5.7 Existe sistemática estabelecida que define o que fazer com produtos rejeitados, retrabalhados ou reparados?	7	6	7	8	4	4	4	4	4	4	4	4
5.8 Existe sistemática estabelecida para utilizar técnicas estatísticas no controle do produto acabado?	6	6	5	8	0	2	2	2	2	2	2	0
TOTAL (PA)	96	94	96	111	20	46	40	42	40	38	38	7
Total de porcentagem atingida (P) P = PA/ TP. 100 (%)	69	67	69	79	14	33	29	30	29	27	27	5

Onde: TP = 140 e PA = pontos do auditor

A seguir, os resultados do controle do produto acabado, pela Figura 39.

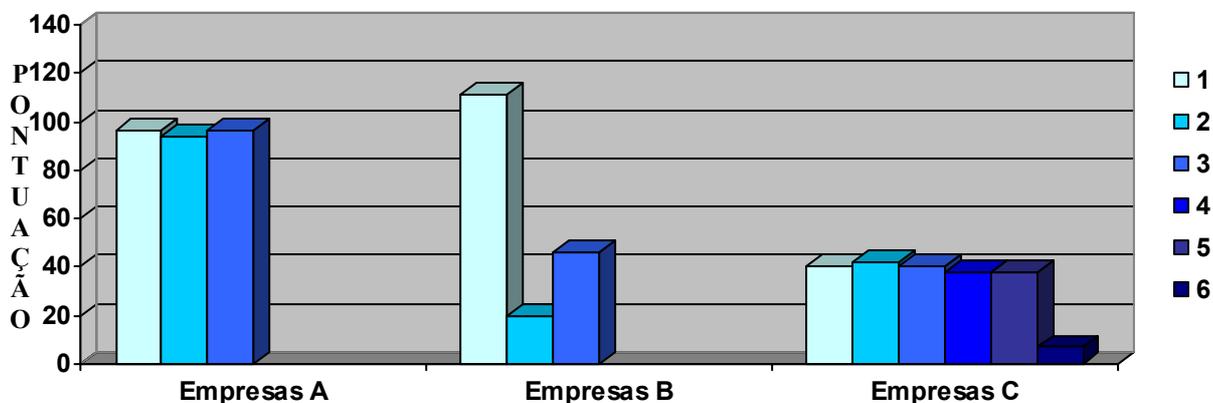


Figura 39. Representação gráfica do desempenho das empresas cerâmicas na variável controle de produto acabado.

No item 05 foram vistoriados os controles e ensaios pertinentes aos produtos acabados, preconizados pelas normas técnicas brasileiras, realizados pela empresa em laboratório próprio ou se mantém esses controles terceirizados com outros laboratórios externos. Para a realização dos ensaios foram investigados e avaliados os equipamentos quanto a rastreabilidade da calibração, pela Rede Brasileira de Calibração (RBC), tornando confiável o processo. Foi investigada a existência de sistemática ou controles, estabelecidos para o destino dos produtos não conformes, retrabalhados ou reparados, assim como, a existência de controles estatísticos do produto acabado. A empresa B(1) conquistou o maior percentual nesta etapa avaliada. Na Tabela 18 está salientado que as empresas A(1, 2 e 3) e B(1) obtiveram uma porcentagem entre 67% a 79% dos 140 pontos constantes na tabela da Comissão Julgadora. As demais empresas B e C demonstraram por meio dos percentuais adquiridos, que estão implantando controles ou atendem informalmente esta etapa por meio de aquisições e utilização das matérias-primas, por tradições locais.

Na Tabela 19, foram determinados os pontos das empresas cerâmicas com relação às realizações das auditorias internas.

Tabela 19. Pontuação atingida pelas empresas cerâmicas na variável auditoria.

6 AUDITORIA	PONTUAÇÃO DAS EMPRESAS CERÂMICAS											
	A			B			C					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	5	6
6.1 Existe sistemática estabelecida para planejamento e execução das auditorias internas?	7	6	6	8	2	0	0	0	0	0	0	0
6.2 Existe sistemática estabelecida para determinar as causas e avaliar as ações corretivas das não conformidades detectadas na auditoria interna?	6	5	5	8	2	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL (PA)	13	11	11	16	4	0						
Total de porcentagem atingida (P) P = PA/TP. 100 (%)	65	55	55	80	20	0						

Onde: TP = 20 e PA = pontos do auditor

A seguir, a Figura 40 mostra a grafia dos resultados das auditorias internas.

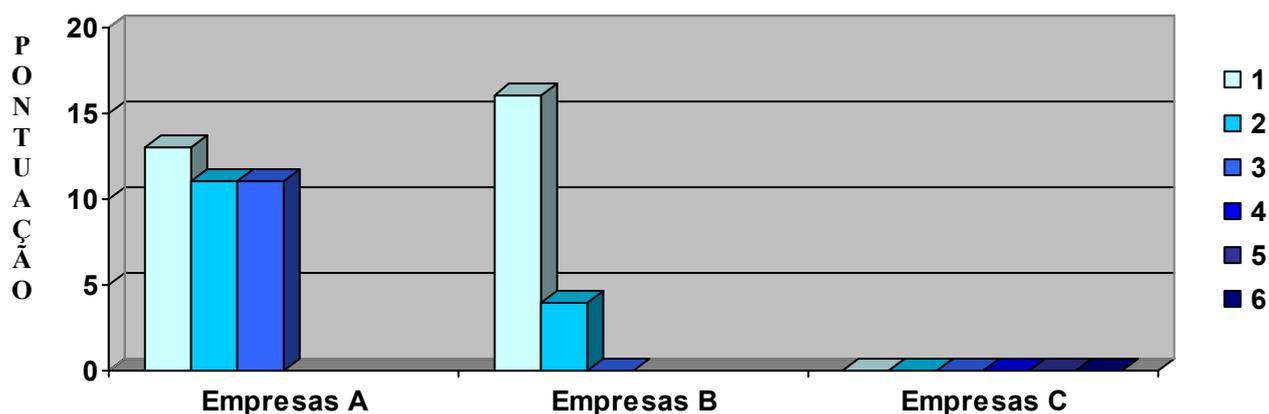


Figura 40. Representação gráfica do desempenho das empresas cerâmicas na variável auditoria.

O item 06 tratou-se da vistoria e análise quanto ao planejamento e execução das auditorias internas obrigatórias, bem como, das conclusões e dos ajustes estabelecidos,

por meio das ações corretivas. Foi verificada a existência de reuniões constantes de análise crítica, com estudos e discussões de ações corretivas e preventivas, devidamente documentadas. A empresa que mais se sobressaiu nesta variável foi a B(1), que conquistou o maior percentual. As empresas A(1, 2 e 3) e B(1) obtiveram uma porcentagem entre 55% a 80% dos 20 pontos constantes na tabela da Comissão Julgadora. As demais empresas B e C demonstraram por meio dos percentuais adquiridos, que ainda não iniciaram a implantação dessas ações.

Na Tabela 20, foram determinados os pontos percentuais das empresas relacionados à realização dos treinamentos internos nos setores/ funcionários.

Tabela 20. Pontuação atingida pelas empresas cerâmicas na variável treinamento.

	<i>PONTUAÇÃO DAS EMPRESAS CERÂMICAS</i>											
	A			B			C					
7.	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	5	6
7.1. TREINAMENTO												
7.1 Existe sistemática estabelecida para levantamento de necessidades e plano de treinamento?	6	5	5	7	4	3	3	3	3	3	3	0
7.2 Existe sistemática estabelecida para execução do treinamento?	6	5	5	7	4	4	4	4	4	3	4	4
TOTAL (PA)	12	10	10	14	8	7	7	7	7	6	7	4
Total de porcentagem atingida (P) P = PA/ TP. 100 (%)	60	50	50	70	40	35	35	35	35	30	35	20

Onde: TP = 20 e PA= pontos do auditor

Os resultados das ações de treinamentos internos estão apresentados em forma gráfica, na Figura 41.

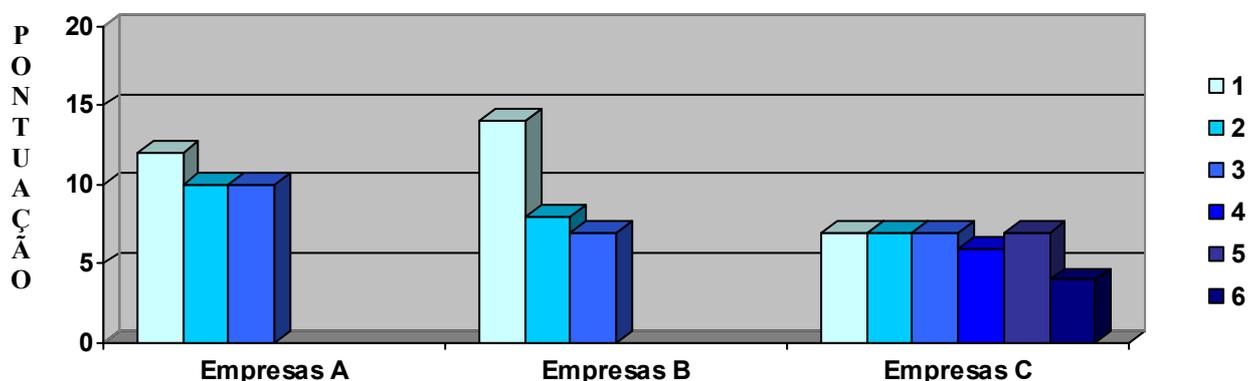


Figura 41. Representação gráfica do desempenho das empresas cerâmicas na variável treinamento.

No item 07 foi investigada a forma como estão sendo realizados os treinamentos em todos os setores das empresas, se há registros de documentos, o planejamento dessas ações, assim como, a sistemática de avaliação constante dos resultados. A empresa B(1) conquistou o maior percentual nesta etapa avaliada com 70% dos pontos. As empresas A(1, 2 e 3) e B(1) obtiveram uma porcentagem entre 50% a 70% dos 20 pontos constantes na tabela da Comissão Julgadora. As demais empresas B e C demonstraram por meio dos percentuais adquiridos, que ainda não iniciaram a implantação dessas ações de forma documentada e, quando são contratados novos trabalhadores para ocuparem as funções, os treinamentos são executados pontual e informalmente.

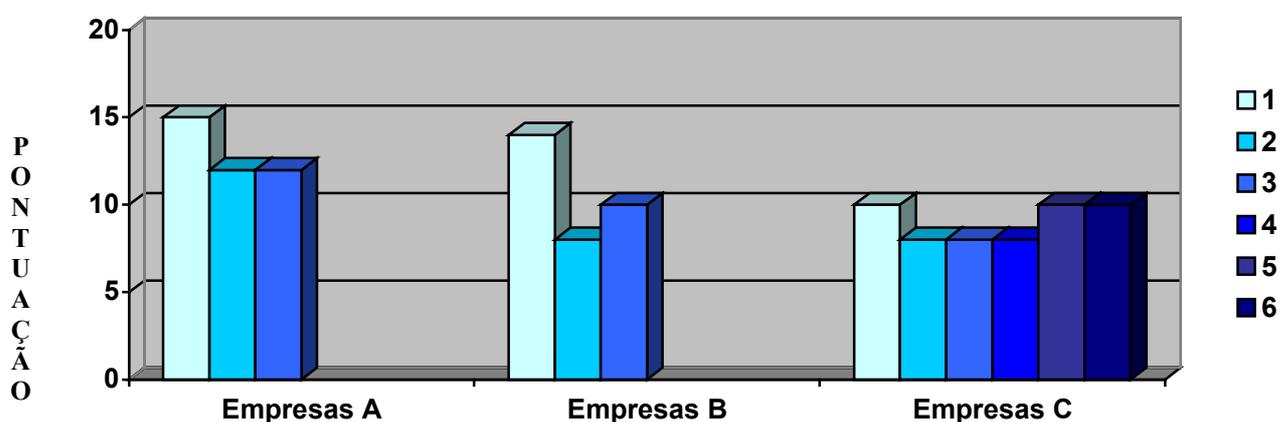
Na Tabela 21, foram determinados os pontos percentuais, das empresas, relacionados à realização de Assistência Técnica ao consumidor final no pós-venda.

Tabela 21. Pontuação atingida pelas empresas cerâmicas na variável assistência técnica.

	<i>PONTUAÇÃO DAS EMPRESAS CERÂMICAS</i>											
	<i>A</i>			<i>B</i>			<i>C</i>					
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
8. 2. Assistência técnica.												
8.1 Existe sistemática estabelecida para Assistência Técnica Preventiva? Catálogos, instruções, informações sobre o produto, atendimento a clientes e outros	8	6	6	7	4	6	6	4	4	4	6	6
8.2 Existe sistemática estabelecida para Assistência Técnica Corretiva?	7	6	6	7	4	4	4	4	4	4	4	4
TOTAL (PA)	15	12	12	14	8	10	10	8	8	8	10	10
Total de porcentagem atingida (P) P = PA/TP. 100	75	60	60	70	40	50	50	40	40	40	50	50

Onde: TP = 20 e PA= pontos do auditor

As representações gráficas dos resultados das ações de Assistência Técnica estão expostas na Figura 42.

**Figura 42.** Representação gráfica do desempenho das empresas cerâmicas na variável assistência técnica.

Para o item 08 foram realizadas investigações nas sistemáticas estabelecidas pelas empresas para a execução de assistência técnica preventiva, como acompanhamento

juntos às mercadorias de folhetos explicativos de utilização correta do produto, assim como, seu armazenamento e aplicação. A forma como são atendidas as reclamações dos clientes/consumidores e as ações corretivas quando necessárias. Observa-se na Tabela 21 que as empresas A(1, 2 e 3) e B(1) obtiveram uma porcentagem entre 60% a 75% dos 20 pontos constantes na tabela da Comissão Julgadora. As demais empresas B e C demonstraram por meio dos percentuais adquiridos, que ainda não iniciaram a implantação dessas ações gerando registros e documentos. Normalmente são feitos atendimentos por telefone, buscando solucionar quaisquer dúvidas dos consumidores, informações, modo de utilização do produto, atendimento às patologias e se deslocando ao local quando necessário.

Na Tabela 22, foram determinados os pontos percentuais das empresas relacionados à realização de pesquisa e desenvolvimento, novos projetos, parcerias com Universidades e participação em feiras relacionadas ao ramo.

Tabela 22. Pontuação atingida pelas empresas cerâmicas na variável pesquisa e desenvolvimento.

	<i>PONTUAÇÃO DAS EMPRESAS CERÂMICAS</i>											
	A			B			C					
9 PESQUISA E DESENVOLVIMENTO.	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	5	6
9.1 Investe em desenvolvimento e pesquisa (melhoria contínua)? Projetos em parceria com instituições, universidades, participação em feiras, atividades de normalização, etc	8	6	6	8	3	6	6	4	3	3	6	4
9.2 Investe em design?	8	6	6	8	3	4	4	0	4	0	0	4
TOTAL (PA)	16	12	12	16	6	10	10	4	7	3	6	8
Total de porcentagem atingida (P) P = PA/TP. 100 (%)	80	60	60	80	30	50	50	20	35	15	30	40

Onde: TP = 20 e PA = pontos do auditor

A seguir, na Figura. 43, a apresentação gráfica dos dados apresentados na Tabela 22.

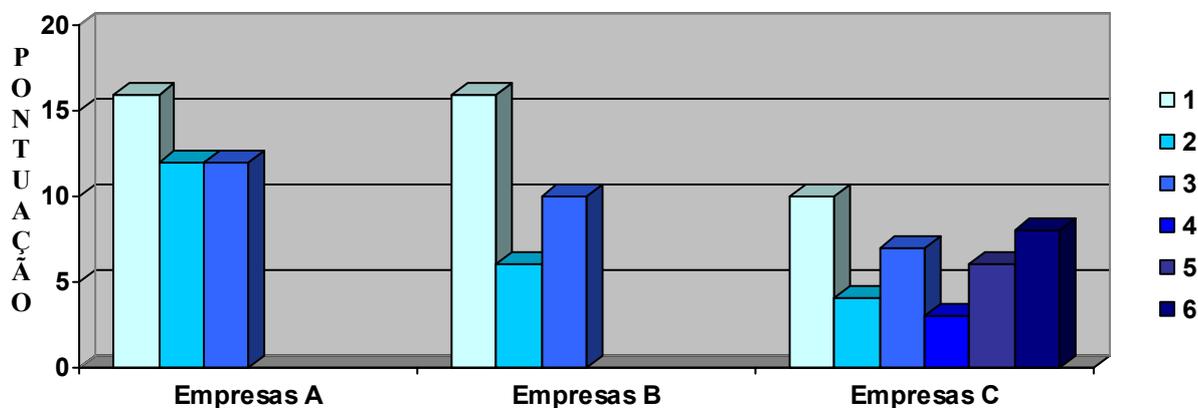


Figura 43. Representação gráfica do desempenho das empresas cerâmicas na variável pesquisa e desenvolvimento.

No item 09 investigou-se a busca da melhoria contínua por meio do envolvimento e a existência de investimento em pesquisas, a criação de projetos em parceria com universidades, o desenvolvimento de novos produtos, as atividades de revisão de normas e participação em feiras de inovações tecnológicas e *design*. Observa-se que as empresas A(1, 2 e 3) e B(1) obtiveram uma porcentagem entre 60% a 80% dos 20 pontos constantes na tabela da Comissão Julgadora. As demais empresas B e C demonstraram por meio dos percentuais adquiridos, que ainda não iniciaram a implantação ou que mantêm desenvolvimentos de novos projetos e produtos como ações informais.

Na Figura 44 está representado o resumo do desempenho das empresas pesquisadas em todos os itens do *Check List* do CCB. Observa-se os resultados finais obtidos e o posicionamento no sistema da qualidade das empresas A, B e C.

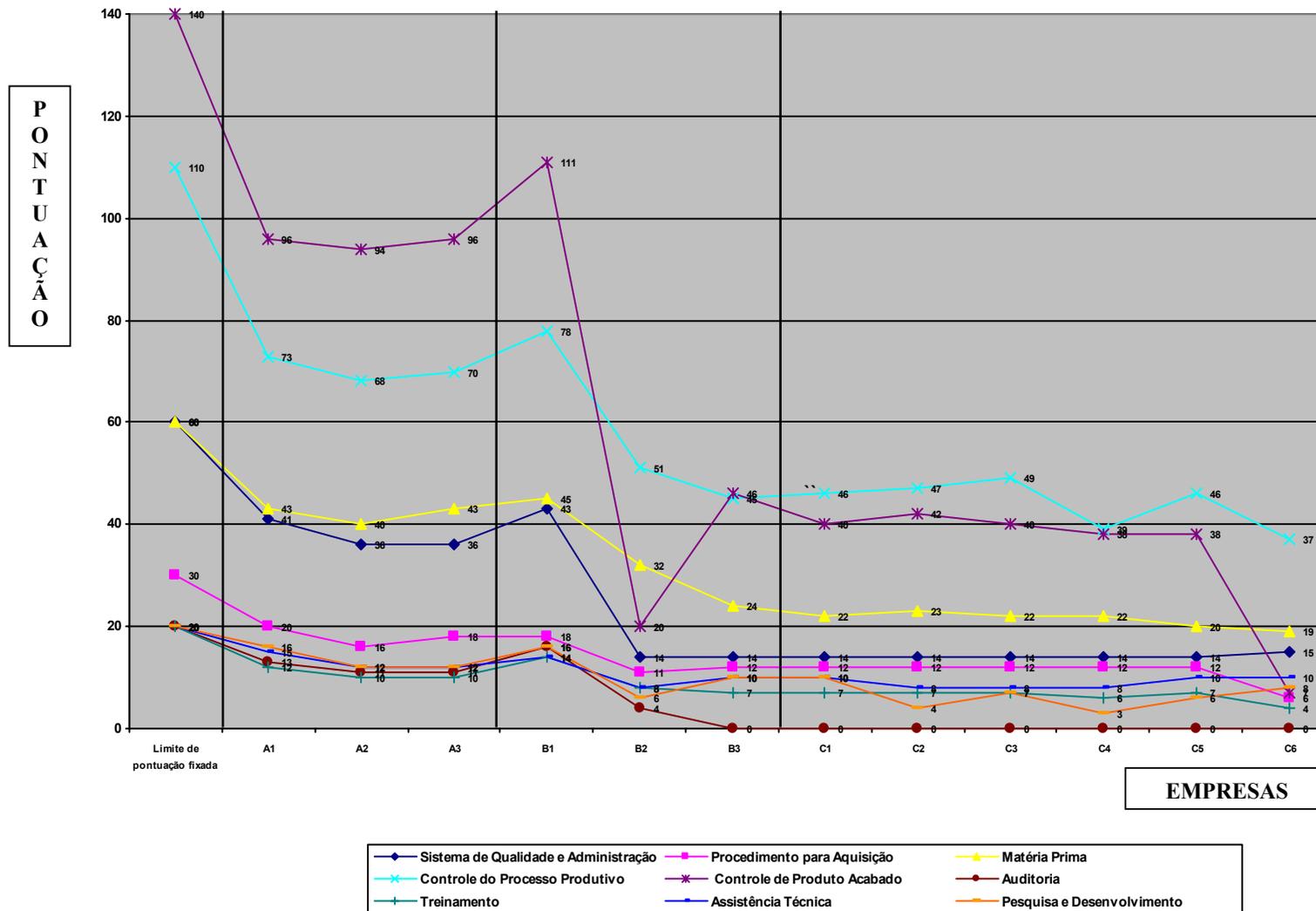


Figura 44. Representação dos resultados gerais obtidos em cada etapa do sistema da qualidade das empresas cerâmicas.

5.1.1 Avaliação final do *Chek List*, relatório de pontuação (CCB, 2001)

Este instrumento foi utilizado para pontuar a indústria cerâmica A1, sendo obtida a seguinte pontuação, apresentada na Tabela 23. A tabela seguinte demonstra uma exemplificação dos pontos alcançados pela empresa A(1) na aplicação da auditoria do sistema da qualidade levando em consideração os procedimentos de cálculos estabelecidos pela Comissão Julgadora de Certificação.

Tabela 23. Auditoria do sistema da qualidade da empresa cerâmica A(1) segundo a pontuação alcançada.

PROCEDIMENTO DE CÁLCULOS	AUDITORIA DO SISTEMA DA QUALIDADE				
	Pontos Auditor	Total de pontos em jogo	Porcentagem Atingida (%)	Peso do item (%)	Avaliação final (%)
	(PA)	(TP)	(P)	(PI)	(AV)
1-Sistemas da Qualidade	41,00	60	68,30	10	6,86
2-Procedimento para Aquisição	20,00	30	66,66	6	4,00
3-Matéria Prima	43,00	60	71,60	18	12,90
4-Controle do Processo Produtivo	73,00	110	66,36	20	13,30
5-Controle do Produto Acabado	96,00	140	68,57	25	17,14
6-Auditoria	13,00	20	65,00	5	3,25
7-Treinamento	12,00	20	60,00	8	2,40
8-Assistência Técnica	15,00	20	75,00	4	3,00
9-Pesquisa e desenvolvimento	16,00	20	80,00	4	3,20
TOTAL (%)				100	66,05

Os organismos certificadores estabelecem uma pontuação mínima de 60,00%, para conceder o Certificado da Qualidade para a empresa cerâmica aferida, por meio da utilização do *Check List*, descrito na Tabela 23.

Desse modo, a empresa A(1) pode ser considerada Certificada pelos parâmetros de qualidade do sistema implantado e do produto, tendo superado a pontuação mínima exigida.

A Tabela 23 é utilizada pelo Centro Cerâmico do Brasil para a realização da contagem geral de pontos percentuais alcançados pela empresa na auditoria em cada etapa do sistema da qualidade implantada, como discriminado nos itens de 01 a 09 do *Check List*.

A coluna (PA) relaciona os pontos atribuídos pelo auditor quando da investigação no local da empresa, em cada setor. Na coluna (TP), estão discriminados os pesos definidos pela comissão para cada etapa, a serem utilizados na equação da coluna (P) onde, $(P=PA/TP \cdot 100)$, para se determinar os percentuais alcançados pela empresa nos itens do *check list* do CCB. A coluna (PI) relaciona o peso percentual de cada etapa e, finalmente, a coluna (AV) avalia cada etapa e a somatória total em percentual por meio da equação $(AV= P \cdot PI/100)$, que define a pontuação alcançada pela empresa, para ser julgada pela comissão para adquirir o certificado da qualidade.

Na Tabela 24, foram determinados os pontos parcialmente alcançados em cada etapa com relação ao *Check List* aplicado, pontuação e percentuais totais adquiridos e a competência de certificação das empresas dessa pesquisa.

Tabela 24. Pontuações e porcentagens alcançadas pelas empresas cerâmicas.

VARIÁVEL/ PONTUAÇÃO ALCANÇADA	EMPRESAS											
	A			B			C					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	5	6
Sistema da qualid.	41	36	36	43	14	14	14	14	14	14	14	15
Proc. de aquisição	20	16	18	18	11	12	12	12	12	12	12	6
Matéria-prima	43	40	43	45	32	24	22	23	22	22	20	19
Process produtivo	73	68	70	78	51	45	46	47	49	39	46	37
Produto acabado	96	94	96	111	20	46	40	42	40	38	38	7
Auditoria	13	11	11	16	4	0	0	0	0	0	0	0
Treinamento	12	10	10	14	8	7	7	7	7	76	7	4
Assist. Técnica	15	12	12	14	8	10	10	8	8	8	10	10
Pesquisa desenvol.	16	12	12	16	6	10	10	4	7	3	6	8
TOTAL GERAL	329	299	308	355	154	168	161	157	119	144	153	117
PORCENTAGEM ATINGIDA	66,05	61,88	60,48	73,86	35,00	35,60	34,34	35,69	33,90	30,21	32,64	23,30
CERTIFICADA	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO							

5.2 Ensaios e análises realizados nas matérias-primas (mistura)

Foram colhidas amostras da mistura das argilas empregadas pelas empresas cerâmicas para ensaios laboratoriais de caracterização como: Absorção, Resistência à Flexão, Retração, Perda ao fogo e Impermeabilidade. Esses ensaios visaram elaborar gráficos estatísticos e comparativos para a realização de uma análise crítica com relação às matérias-primas existentes nas regiões estudada. A qualidade e viabilidade para a produção das telhas cerâmicas fabricadas pelas empresas envolvidas na pesquisa, assim como, a rastreabilidade da conformidade do processo de produção a partir dos resultados e sua influência no produto final, mostrou que é possível fabricar telhas cerâmicas de boa qualidade na regiões do Estado de São Paulo estudadas. Com a aplicação do *Check List*, têm-se a pontuação alcançada em cada etapa do processo e a somatória

geral dos pontos que revelam a situação da qualidade presente e sua influência no produto final de cada empresa avaliada.

5.2.1 Determinação da absorção de água (ABS), perda ao fogo, resistência à flexão, retração de secagem a 110°C, retração de queima a 900°C e impermeabilidade.

A Tabela 25 demonstra os resultados dos principais ensaios de controle diário da mistura das matérias-primas dentro da empresa, antes da liberação dos lotes para a produção das telhas cerâmicas. As retrações de secagem a 110⁰ C e a 900⁰ C não ultrapassaram significativamente os valores recomendados de (≤6%) e (≤12%) respectivamente pelos autores. Esses controles, para as empresas, podem influenciar no dimensional do produto acabado, no seu comprimento, largura, espessura e demais dimensões determinadas pela norma NBR13582/96, quando a matéria-prima não possui uma caracterização conveniente e comportamento estável na secagem e queima, apresentando não-conformidade.

Tabela 25. Resultado dos ensaios realizados nos corpos-de-prova das massas utilizadas pelas indústrias de telhas cerâmicas.

Empresa		Absorção NBR 6220/80 (%)	Perda ao Fogo 900°C (%)	Flexão NBR 13818/97 900°C/ MPa	Retração Secagem 110°C (≤6%)	Retração Queima 900°C (≤12%)	Impermea- bilidade
A	1	15	7,56	9,93	6,21	9,20	Mancha
	2	16	9,57	13,05	4,77	8,46	Mancha
	3	15,5	11,88	11,42	5,23	8,41	Mancha
B	1	16	7,83	12,78	6,70	12,57	Mancha
	2	16,50	8,65	12,45	6,10	11,50	Mancha
	3	15,60	3,40	11,98	1,17	2,82	Mancha
C	1	17,63	5,40	11,00	2,35	2,82	Mancha
	2	13,80	6,10	13,77	1,99	4,16	Mancha
	3	15,30	3,20	11,89	0,95	2,25	Mancha
	4	17,40	3,60	11,19	0,87	2,14	Mancha
	5	16,40	3,10	12,22	0,75	1,96	Mancha
	6	15,30	3,70	11,85	1,86	2,64	Mancha

A Figura 45 demonstra o momento da realização dos ensaios de absorção de água dos corpos-de-prova das massas de argilas utilizadas pelas empresas que participaram dessa pesquisa.

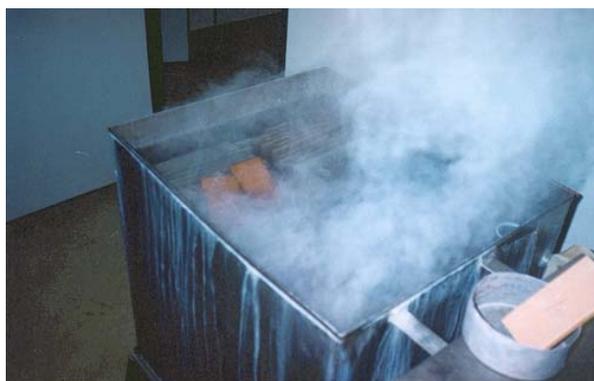


Figura 45. Determinação da absorção de água dos corpos-de-prova das massas utilizadas pelas empresas cerâmicas (CCB, 2003).

Como demonstrado na Tabela 25, as amostras dos corpos-de-prova ensaiados das massas utilizadas por todas as empresas (A, B e C) atenderam às exigências da NBR 13582/97 de Determinação de Absorção de Água, que deve ser $\leq 18\%$.

A Figura 46 demonstra a realização dos ensaios de retração linear na secagem a 110°C , após a calcinação a 900°C e determinação da perda ao fogo dos corpos-de-prova das massas de argilas utilizadas pelas empresas que participaram dessa pesquisa.

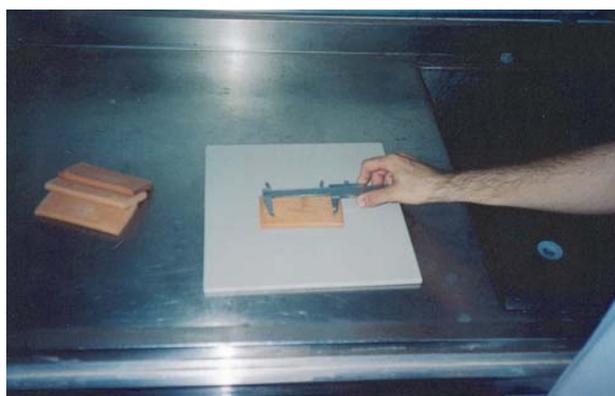


Figura 46. Determinação da retração linear na secagem (110°C), queima (900°C) e determinação da perda ao fogo dos corpos-de-prova das massas utilizadas pelas empresas cerâmicas (CCB, 2003).

Como demonstrado na Tabela 25, as amostras dos corpos-de-prova ensaiados das massas utilizadas por todas as empresas (A, B e C) atenderam às recomendações NBR 13582/97 de retração na secagem a 110°C , que deve ser $\leq 6\%$. Somente as empresas

A(1), B(1) e B(2) tiveram esses valores acima desse porcentual, necessitando ajustes constantes na mistura. Na retração de queima a 900° C, as empresas A(1), A(2), A(3), B(1) e B(2) tiveram valores acima do recomendado que é de $\leq 8\%$. As demais obtiveram valores inferiores.

Para os ensaios de perda ao fogo, como relacionados também na Tabela 25, os valores determinados foram compatíveis com os ensaios de retração após a calcinação dos corpos-de-prova a 900° C, demonstrando nas massas utilizadas utilizadas pelas empresas A(1), A(2), A(3), B(1) e B(2) há predominância de componentes plásticos. Nas demais massas analisadas do restante das empresas B e C há predominância de componentes magros.

5.2.2 Determinação da resistência à flexão dos corpos-de-prova calcinados a 900°C (NBR 13818/97 Anexo c)

A Figura 47 mostra a determinação da resistência à flexão dos corpos-de-prova das massas de argilas utilizadas pelas empresas estudadas.

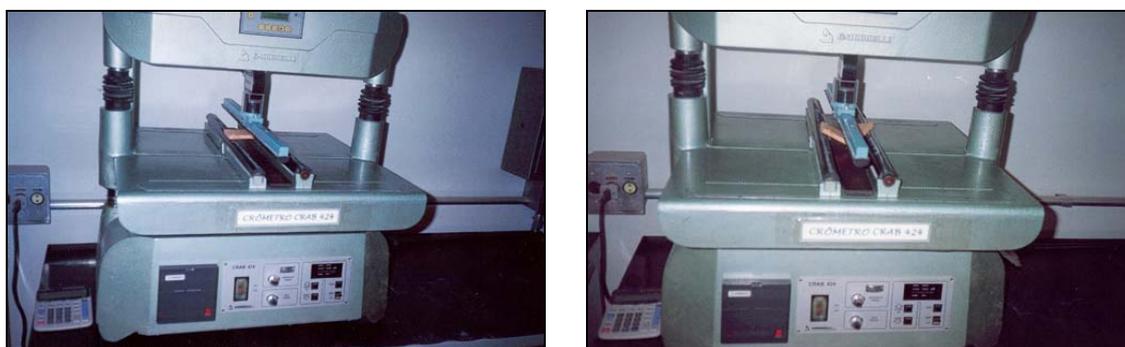


Figura 47. Demonstração do ensaio de resistência à flexão do corpo-de-prova (CCB, 2003).

Como relacionado na Tabela 25, todas as empresas superaram o valor mínimo de 6,5 MPa que determina o módulo de ruptura à flexão para as telhas cerâmicas após a calcinação a 900° C dos corpos-de-prova da massa de argilas.

A Figura 48 demonstra a realização dos ensaios de impermeabilidade após a calcinação a 900° C dos corpos-de-prova das massas de argilas utilizadas pelas empresas que participaram dessa pesquisa.



Figura 48. Determinação da impermeabilidade após a queima a 900°C NBR 13.582/97 (CCB, 2003).

Como demonstrado na Tabela 25, as amostras dos corpos-de-prova ensaiada das massas utilizadas por todas as empresas (A, B e C) atenderam às exigências da norma (NBR 13582/97), que determina a impermeabilidade admitindo a presença na face inferior do material cerâmico, aparência seca ou apenas mancha.

A tabela 26 demonstra os resultados dos principais ensaios de controle diário do produto acabado das telhas cerâmicas, absorção de água, resistência à flexão, impermeabilidade, dimensional e classificação visual, que devem ser realizados dentro da empresa, antes da liberação dos lotes para o consumidor. As retrações dos corpos-de-prova do produto acabado após a calcinação a 900° C, quando ultrapassarem os valores determinados pela norma NBR13582/96 determina que a caracterização das matérias-primas não

possuíram uma caracterização conveniente, comportamento estável na secagem e queima, dificultando o ajuste da forma e contribuindo para a não-conformidade do dimensional do produto acabado, no comprimento, largura, espessura, altura dos pinos e demais dimensões

Tabela 26. Resultado dos ensaios e análises realizados nos produtos acabados, fabricados pelas indústrias de telhas cerâmicas.

Empresa		Absorção NBR 6220/80 e 13582/97 (≤ 18 %)	Resistência à Flexão NBR 13818/97 900^o C (≥12 MPa)	Impermeabilidade	Dimensional	Classificação Visual
A	1	15,20	28,50	Mancha	Conforme	Aprovado
	2	14,40	29,70	Mancha	Conforme	Aprovado
	3	10,90	23,20	Mancha	Conforme	Aprovado
B	1	9,80	21,87	Mancha	Não-Conf.	Aprovado
	2	14,50	24,55	Mancha	Não-Conf.	Aprovado
	3	11,50	19,81	Mancha	Não-Conf.	Aprovado
C	1	13,98	21,02	Mancha	Não-Conf.	Aprovado
	2	14,60	27,72	Mancha	Não-Conf.	Aprovado
	3	11,20	18,91	Mancha	Não-Conf.	Reprovado
	4	11,80	19,91	Mancha	Não-Conf.	Reprovado
	5	15,30	20,20	Mancha	Não-Conf.	Reprovado
	6	10,78	18,50	Mancha	Não-Conf.	Reprovado

A Figura 49 evidencia a realização dos ensaios de absorção de água dos corpos-de-prova das telhas cerâmicas fabricadas pelas empresas que participaram dessa pesquisa.



Figura 49. Determinação da absorção de água dos corpos-de-prova dos produtos acabados fabricados pelas empresas cerâmicas (CCB, 2003).

Como demonstrado na Tabela 26, as amostras dos corpos-de-prova dos produtos acabados ensaiados de todas empresas (A, B e C) atenderam às exigências da NBR 13582/97 que determina absorção de água $\leq 18\%$.

Na Figura 50 está representada a preparação e determinação da resistência à flexão dos corpos-de-prova dos produtos acabados em estudo.



Figura 50. Determinação da resistência à flexão dos corpos-de-prova dos produtos acabados fabricados pelas empresas cerâmicas (CCB, 2003).

Como demonstrado na Tabela 26, as amostras dos corpos-de-prova dos produtos acabados ensaiados de todas empresas (A, B e C) atenderam às exigências da NBR 13818/97 resistência à flexão, calcinada a 900°C, que determina o mínimo de 13 (MPa).

A realização da determinação da impermeabilidade pode ser observada na Figura 51.

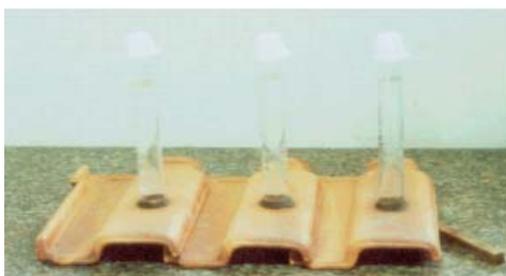


Figura 51. Determinação da impermeabilidade dos corpos-de-prova dos produtos acabados pelas empresas cerâmicas (CCB, 2003).

Como demonstrado na Tabela 26, as amostras dos corpos-de-prova ensaiados das massas utilizadas por todas as empresas (A, B e C) atenderam às exigências da NBR 13582/97 de determinação da impermeabilidade que deve apresentar na face inferior do corpo-de-prova, aparência seca ou apenas mancha.

Como relacionado na Tabela 26, observa-se nas Figuras 52 e 53, a realização dos ensaios de dimensional das amostras dos corpos-de-prova, dos produtos acabados colhidos nas empresas desta pesquisa.

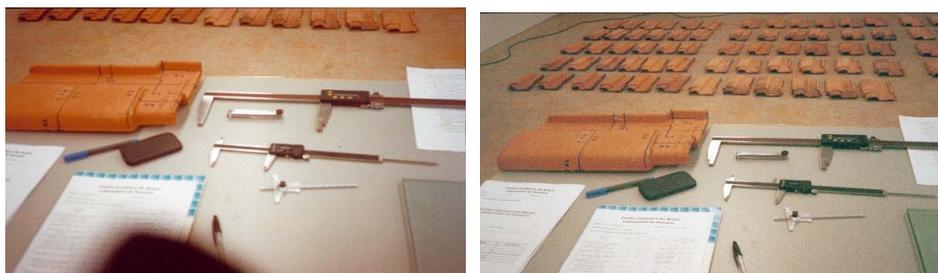


Figura 52. Demonstração das telhas das empresas desta pesquisa e equipamentos utilizados para a determinação do dimensional (CCB, 2003).



Figura 53. Determinação do dimensional dos corpos-de-prova dos produtos acabados fabricados pelas empresas cerâmicas (CCB, 2003).

Na Tabela 26, as amostras dos corpos-de-prova ensaiados dos produtos acabados pelas empresas A(1, 2 e 3) e B(1) atenderam às exigências da NBR 13582/97 de determinação do dimensional. As demais empresas obtiveram não conformidade em seus produtos acabados.

Na Tabela 26 a análise, classificação e a inspeção geral, como determina a norma NBR 13582/1996, são estabelecidas previamente pelo comprador e fornecedor por meio de lotes determinados ou em todas as telhas produzidas, observando-se o aspecto visual, a regularidade das laterais, a existência de som cavo indicando fissuras ou trincas ocultas, escamas, dentes de dragão, empeno e variação na coloração dos corpos-de-prova dos produtos acabados colhidos nas empresas.

6. DISCUSSÃO

Neste capítulo serão discutidos e relacionados a seguir, os resultados das auditorias iniciais de avaliação e diagnóstico, executadas nas empresas aqui relacionadas e identificadas como **A, B e C**.

6.1 Análise dos resultados obtidos por meio da aplicação do *Check List* do CCB em todas as etapas do sistema da qualidade

6.1.1 Sistema da qualidade

Para o requisito número 01 do *Check List*, que trata do Sistema da qualidade e responsabilidade da administração, empresas certificadas, A(1, 2 e 3), possuíam definido este processo e em curso com a sua implementação, com a existência de um responsável pela manutenção desse processo. Existe documentação necessária para prover a rastreabilidade, dotada de uma política da qualidade definida, assim como manual da qualidade estabelecido (NBR/ISO 9001, 2000).

Nas empresas B(1, 2 e 3), este processo estava em fase inicial de elaboração e implantação, sendo já estabelecidos a política da qualidade e o manual da qualidade,

assim como os procedimentos necessários em forma documental, não implementados inteiramente, para atender à necessidade do controle e rastreabilidade em todas as etapas do processo de gestão e produção.

Já as empresas C(1, 2, 3, 4, 5 e 6) estavam em fase embrionária, com o sistema da qualidade sem haverem iniciado efetivamente a implantação. Não possuíam documentos formais e trabalhando com procedimentos de “tentativas e erros” ou por experiências anteriores.

Os itens 4.1 e 4.2 da norma NBR ISO 9001 (2000) tratam dos requisitos gerais necessários para o sistema da qualidade e sua aplicação em todos os setores da empresa. Os documentos que deverão ser gerados são o manual da qualidade, política da qualidade, procedimentos registrados requeridos pela norma, controles constituídos regularmente e eficazes à realização dos processos.

A Norma (NBR ISO 9001, 2000) contempla um novo modelo baseado no Sistema de Gestão da Qualidade em substituição à norma NBR ISO 9001 (1994), para proporcionar a satisfação do cliente, quando são atendidos os seus requisitos. Ela define todo o processo produtivo de uma empresa cerâmica como sendo um grande conjunto de atividades interligadas, com o objetivo essencial de buscar, principalmente, a transformação dos insumos de entrada para atingir o produto (RODRIGUES, 2002).

O requisito número 6 do *Check List* trata das auditorias internas exigidas pela ISO 9000, propondo que um setor da empresa fiscalize e identifique não-conformidades aos procedimentos estabelecidos, promovendo assim, por meio de reuniões de análise crítica com os setores envolvidos, ações corretivas e ações preventivas, visando sempre à conformidade do processo e do produto.

Neste requisito as empresas A estavam implementando gradativamente as auditorias internas e externas, enquanto as empresas B, estavam em fase de implantação e as empresas C, somente possuíam informações e conhecimentos informais por meio de cursos que vinham sendo ministrados, para alavancagem e conscientização do sistema da qualidade do setor cerâmico, por meio das associações de classe.

A norma NBR ISO 9001 (2000) preconiza que toda empresa inserida no Sistema da Qualidade deve realizar auditorias internas a intervalos planejados, para determinar se o sistema de gestão da qualidade está mantido e implementado eficazmente.

Um programa de auditorias internas deve ser delineado, levando em consideração a situação e a importância dos processos e áreas a serem auditadas, bem como os resultados de auditorias anteriores. Os critérios da auditoria, escopo, frequência e métodos devem ser definidos. O auditor selecionado não deve diagnosticar o trabalho do próprio setor. Os responsáveis pelas áreas deverão, finalizadas as auditorias, assegurar que as ações sejam tomadas depois de detectadas as não-conformidades. As atividades devem incluir acompanhamento, verificação das ações executadas e o relato dos resultados de verificação.

No requisito número 7 do *Check List*, o sistema da qualidade e cumprimentos às normas ISO 9000 estabelecem a necessidade e obrigatoriedade da realização de treinamentos. Estes, planejados sistemática e periodicamente, onde as pessoas de diferentes funções, de todos os setores da empresa, deverão estar aptas para desenvolver com adequação as normas, de tal forma que quando houver ausente, o sistema da qualidade, a produção, a conformidade do produto não fiquem comprometidos.

Nas empresas A, o sistema de treinamentos estava bem definido, implantado, sendo implementado gradativamente e documentado; as empresas B possuíam planos, ações

pontuais nos setores e ações de conscientização geral para a integração de todos os envolvidos, quanto à necessidade e importância para se chegar à qualidade, enquanto que, nas empresas C, apenas ocorriam informal e embrionariamente.

Nos requisitos gerais item 4.1 da norma NBR ISO 9001 (2000), observa-se que a empresa deverá estabelecer os processos, implementar e manter um sistema de gestão da qualidade e melhorar continuamente por meio dos requisitos desta norma. A empresa deve, portanto, identificar os artifícios necessários para o sistema da qualidade que melhor se adapte à sua organização; determinar a seqüência e interação desses; estabelecer critérios e métodos para assegurar que a operação e o controle sejam eficazes; disponibilizar recursos e informações necessárias para que a operação dos processos e seu monitoramento tenham continuidade; medir, acompanhar e analisar; implementar ações necessárias para atingir os resultados planejados e esperados para a melhoria contínua. Todas as recomendações da qualidade devem ser gerenciadas pela empresa, segundo os requisitos dessa norma.

Para que isso ocorra se faz necessário um plano adequado e periódico de treinamento em todos os setores da empresa, onde haja envolvimento, integração entre eles e, principalmente, entendam o processo e contribuam para o seu fortalecimento.

Os requisitos gerais, item 6.2.1 da norma NBR ISO 9001 (2000), determinam que a empresa deverá estabelecer os processos, implementar, manter e melhorar continuamente um sistema de gestão da qualidade. Devem ser instituídos treinamentos, que desenvolvam habilidades e experiências apropriadas, ao pessoal que executa atividades que afetem a melhoria do produto. Avaliar a eficácia das ações executadas, a conscientização do funcionário quanto à pertinência e importância de suas

atividades no alcance dos objetivos. E, finalmente, manter registros apropriados das ações descritas.

O requisito número 8 do *Check List* salienta a necessidade de assistência técnica preventiva, ou seja, a maneira como os produtos oferecidos pela empresa deverão ser utilizados, assim como, orientações e atendimentos necessários, inclusive nos locais onde os materiais foram aplicados ou instalados pelos consumidores.

Nas empresas A e B, existiam catálogos para orientação, aplicação e utilização dos produtos, linha telefônica exclusiva para atendimentos às reclamações e disponibilidade de pessoal para esta finalidade. As empresas C tinham o sistema de atendimento ao consumidor.

Hoje, o mercado consumidor está cada vez mais exigente, ou seja, a qualidade é ponto fundamental para a aquisição de algum bem. A qualidade e as exigências que o cliente deseja é determinada pelo tempo de espera pelo produto, a qualidade, a variedade de oferta, o preço do produto e a assistência no pós-compra (JURAN e GRYNA, 1991).

A norma NBR ISO 9001 (2000) ressalta, no item 7.2.3, a necessidade de atendimento ao cliente, com informações sobre o produto, realimentação, incluindo suas reclamações, sobretudo, a monitoração do seu grau de satisfação e aceitação do produto.

A empresa deve determinar um método de monitorar, por meio de medições e informações, as percepções do cliente, para saber se a organização atendeu às suas necessidades. Deve também, estabelecer fontes de informações sobre o produto, como sua aplicabilidade, por meio de catálogos, telefone e outros meios de assistência técnica, no pós-venda, com atendimento direto ao consumidor.

No requisito número 9 do *Check List*, tem-se que, as empresas devem investir em pesquisa, buscando parceria com as universidades para o desenvolvimento de novos

produtos, cuja melhoria seja garantida e o sistema tenha continuidade evolutiva. Devem igualmente, participar de eventos e atividade de atualização de normas técnicas. As empresas A e B, vêm buscando participação gradativa nesses processos, no entanto, as empresas C ainda não iniciaram essas atividades.

6.1.2 Controle tecnológico da matéria-prima

O requisito número 02 do *Check List* salienta a existência de procedimento para aquisições, seja da matéria-prima ou insumos em geral utilizados para a elaboração e fabricação do produto cerâmico, bem como o desenvolvimento dos processos de fabricação. Observa-se que nas empresas certificadas A, existem procedimentos implantados e definidos. Já nas empresas B e C esses procedimentos aparecem informalmente, não garantindo a continuidade do processo, pois algumas empresas dependem de matérias-primas e insumos de terceiros sem que haja contratos estabelecidos e consolidados. Essas aquisições são feitas seguindo a tradição de consumo local e de forma verbal.

A norma NBR ISO 9001 (2000), no item de 7.4, trata da variável aquisição de insumos básicos ou matéria-prima. Sua definição direciona a não interferência na qualidade do produto final, com métodos essenciais como informações de aprovação do produto, procedimentos, equipamentos e controle aplicado ao fornecedor com existência de contratos.

A extração de uma jazida deve ser uma fase do processo de produção extremamente importante a ser observada pelas empresas, favorecendo a correta utilização, ajuste da

massa e economia de todas as fontes de energia utilizadas na conformação do produto (MITIDIERI FILHO e IOSHIMOTO, 1995).

Antes da aquisição e exploração de uma jazida se faz necessária uma análise de caracterização que venha a ser desenvolvida no processo, para se obter a conformidade do produto acabado, economia de energia, aproveitamento eficaz da mão-de-obra e ausência de desperdícios (VILLAR, 1988).

Estas condições devem ser revertidas para que haja estabilidade das características tecnológicas da matéria-prima, permitindo a otimização do procedimento industrial sem a necessidade de ajustes freqüentes, tornando-se importante fator de eficiência industrial (SOUZA et al, 2000).

O requisito número 03 do *Check List* diz respeito ao controle da matéria-prima, de sua aquisição, estocagem e sazonalidade. As empresas A que possuíam ou não jazidas próprias faziam os controles necessários de análise química, física e mineralógica para obter as condições ideais de equilíbrio da massa constituída pelas matérias-primas, para o seu ajuste aos equipamentos presentes na indústria. As empresas B estavam buscando esses controles, pela necessidade de cumprir os requisitos da norma ISO 9000, iniciando ajustes das matérias-primas e mistura (massa), com os equipamentos existentes e necessários a ser adquiridos para melhor atenderem a conformidade dos produtos cerâmicos. Já as empresas C não possuíam esse tipo de controle, adquiriam as matérias-primas por indicação ou tradição dos fornecedores de maneira informal, que lhes causavam prejuízos, quer seja no emprego incorreto da mão-de-obra, quer na utilização de insumos para a fabricação de produtos não conformes.

Devido à multiplicidade de composições possíveis com matéria-prima disponível, manter as mesmas características do produto encontrado é uma das maiores dificuldades (REED, 1994; VILLAR, 1988).

Quando se faz o controle eficiente da matéria-prima para que haja estabilidade das características tecnológicas, permite otimizar o procedimento industrial sem a necessidade de ajustes frequentes, tornando-se importante fator de economia (DE TOMI et al, 2000).

6.1.3 O controle do processo produtivo

No requisito número 04 do *Check List*, o sistema da qualidade preocupa-se com os controles nas etapas produtivas que possam de alguma maneira afetar o processo. São eles a constituição de documentos gerados a partir das operações executadas na fabricação dos produtos cerâmicos, as instruções de trabalho disponíveis aos operadores dos equipamentos, rastreabilidade do produto em toda cadeia produtiva, assim como planos de manutenção de todos equipamentos utilizados na empresa que estejam direto ou indiretamente ligados à produção. Organização, respeito ao meio ambiente, limpeza do local de trabalho, segurança e preservação da saúde dos funcionários também são levados em consideração.

Todos esses controles foram identificados nas empresas que estão certificadas A, em organização nas empresas B e não elaborados ou atendidos nas empresas C.

A norma (NBR ISO 9001, 2000) determina no item 8, que haja mecanismos para medições, análise de melhoria e controles do produto com a implementação de processos necessários de monitoramento, assim como, comprovação da conformidade e melhoria contínua do produto e do sistema de gestão da qualidade. Para esta etapa são

necessárias as implantações de procedimentos em todos os setores, instruções de trabalho e controles essenciais de funcionamento e monitoramento dos equipamentos e da matéria-prima para que haja continuidade no processo da qualidade. Da mesma forma, PALADINI (1995), salienta o controle estatístico determinando as zonas de normalidades e anormalidades dos produtos, durante as etapas de fabricação.

O requisito número 5 do *Check List* especifica o controle sistemático, pelo laboratório da fábrica, do produto acabado, sua liberação para venda ou reprovação. Leva-se em conta também, de que forma está definida a segregação dos produtos não-conformes ou produtos rejeitados, retrabalhados ou reparados e, assim como as estatísticas de toda perda nas diversas etapas da produção.

Foram considerados, nas empresas A, os controles para essas ações de rastreabilidade dos produtos, em quais situações adversas se apresentavam, quanto à sua fabricação e seleção. Nas empresas B, foram identificadas a implantação desses controles e aquelas em fase de implementação; já nas empresas C, ainda não constavam controles dessa natureza, apenas informações e conhecimentos informais quanto à sua necessidade.

A norma (NBR ISO 9001, 2000) determina, nos requisitos 8.2.4 e 8.3, o monitoramento e controle do produto não-conforme visando a um processo de rastreabilidade para identificar o atendimento aos requisitos da norma por meio de critérios de aceitação com a manutenção de registros. Os produtos não-conformes deverão estar documentados, identificados e controlados, quanto a segregação, uso e destino.

6.2 Análise dos ensaios laboratoriais

Neste trabalho, os ensaios laboratoriais da massa e do produto acabado foram executados no laboratório do CCB, pelo pesquisador, com o objetivo de se averiguar a qualidade das matérias-primas utilizadas para a confecção da telha cerâmica fabricada pelas empresas que participaram desta pesquisa.

Por meio dos ensaios de caracterização das argilas é que se pode definir como e o que produzir, o processo produtivo a ser aplicado, e os cuidados quanto à preparação da mistura da massa e os ciclos de secagem e queima. A base de definições quanto à aplicabilidade das argilas, deve ocorrer em laboratório, reproduzindo-se aquilo que se pretende realizar em escala industrial. Além desse propósito, os ensaios devem ser rotineiros como função de controle sobre as matérias-primas a serem utilizadas, mantendo-se assim, a qualidade do produto final. Para tanto, se faz necessária a aplicação de procedimentos para o controle, além do domínio de alguns conceitos sobre a formação de amostras, visando garantir a confiabilidade dos resultados finais obtidos (VILLAR, 1988, CHIARA et al, 2000). Nesse contexto, ocorreu o mesmo com o controle do produto acabado.

6.2.1 Controle tecnológico da matéria-prima

Observa-se que todas as empresas deste estudo atingiram a conformidade nos ensaios pertinentes às normas NBR 6220, que diz respeito às massas constituídas pelas argilas

que as companhias utilizaram para a fabricação de seus produtos. Os resultados encontrados estavam dentro do intervalo admitido.

Segundo as normas ISO 9000 (2000) e NBR 6220 (1980) estabelece-se que a Absorção de água dessa massa para a fabricação da telha cerâmica vermelha é de no máximo 20% e como descreve o IPT (1986) essa absorção é o quociente entre a massa de água absorvida pela argila e a massa de argila seca.

Em relação aos ensaios de Retração na secagem da massa, a empresa A(1) apresentou valor um pouco acima do limite com 6,21%, assim como, as empresas B(1 e 2) com 6,70 e 6,10% respectivamente, havendo necessidade de controles mais eficientes da mistura das argilas, com aplicação de plastificantes ou desplastificantes para equilibrarem o comportamento da retração da massa, tornando-as menos plásticas. As demais empresas cumpriram os limites de retração de suas massas, muito embora, algumas, não apresenta esse tipo de controle, nem cultura para essa forma de pesquisa, aplicando métodos de “tentativas e erros” na mistura das argilas, ou adquiriam os insumos, por tradição de fornecedores das matérias-primas de suas respectivas regiões.

Nos resultados dos ensaios de retração na secagem da massa a 110° C, o valor limite de secagem é de 6% de teor de água presente na massa podendo, a partir daí, surgirem deformações e trincas (IPT, 1986; MÁ S, 2002).

Quanto aos ensaios de Retração na queima dos corpos-de-prova da massa, as empresas A(1, 2 e 3), B(1 e 2) apresentaram valores superiores aos limites recomendados, sendo necessário, maior controle quanto às possíveis variações que poderiam ocorrer na massa e, conseqüentemente, na definição dos moldes de prensagem das telhas. As demais indústrias obtiveram os valores dentro dos limites preconizados.

Os resultados dos ensaios de retração na queima dos corpos-de-prova da massa a 900° C são importantes pois é nessa fase que acontece a variação dimensional do produto.

A argila caulinita, mais encontrada e utilizada no Estado de São Paulo, pode apresentar uma retração na queima, entre 2 a 17%, porém não deve exceder a 8% e a somatória da retração, na secagem e queima, não deve ser superior a 12% (IPT, 1986; MÁ S, 2002). Se esses valores de retração não forem observados irão prejudicar o ajuste da massa nos moldes de prensagem da telha. Esses moldes são definidos a partir da retração constante da massa, para que cumpram as normas quanto ao dimensional. É nessa fase onde reside uma das maiores dificuldades das fábricas cerâmicas certificadas, a caminho da certificação e não certificadas, quando não possuem procedimentos e controles essenciais, constância de fornecedores de argilas, assim como estudos de caracterização dessas matérias-primas (VILLAR, 1988, CHIARA et al, 2000).

Em todo processo produtivo da cerâmica estrutural vermelha, é necessária antes da aquisição e exploração de uma jazida uma análise de caracterização das argilas envolvidas no processo, para que se obtenha conformidade do produto acabado, economia de energia, aproveitamento eficaz da mão-de-obra e ausência de desperdícios.

As empresas A(1, 2 e 3), B(1 e 2) apresentaram valores de perda ao fogo, mais elevados, exigindo controles mais rigorosos para com a presença de componentes diversos e nocivos, presentes nas massas. Pelo fato de existirem controles sistemáticos já implantados nessa importante etapa, essas cerâmicas sabiam como solucionar o problema, com adição de desplastificantes.

Os ensaios realizados com as massas em relação à perda ao fogo por calcinação dos corpos-de-prova, devem ser realizados junto com os ensaios de retração, após a queima a 900° C. Uma alta perda ao fogo demonstra a presença de matéria orgânica e de calcário, podendo ser eliminados e

neutralizados na etapa de moagem, por meio de controles até se chegar a níveis baixos de vazios na massa, que contribuem com a absorção elevada e conseqüente enfraquecimento do produto final (IPT, 1986; MÁ S, 2002).

As matérias-primas ricas em argilas (materiais gordos) permitem a obtenção de produtos com boa qualidade. Na produção industrial, onde se admite uma suficiente margem de erro, seja pela inconstância da matéria-prima, ou pela ocorrência de eventuais deficiências funcionais e de organização, torna-se necessária a utilização de matéria-prima de maior trabalhabilidade.

Muitos dos requisitos comercialmente exigidos, como cor, dimensional e queima uniforme, podem ser alcançados. Desse modo, é recomendado o uso de desplastificantes, para se conseguir abaixar a plasticidade da massa ou eventuais presenças de matérias orgânicas ou componentes nocivos como os carbonatos, sulfatos e sulfetos. Os desplastificantes, geralmente, são constituídos de grânulos que permanecem inertes na fase de secagem, os quais, reagem na fase de queima com a massa formando novos componentes. Geralmente são utilizados desplastificantes como a areia de granulometria compreendida entre 50 e 500 micron (deve-se evitar o uso de areias com alto conteúdo de carbonatos), e “chamota” de granulometria compreendida entre 80 e 800 micron; os quais possuem um comportamento inerte na secagem. Após um período de seis meses a dois anos de descanso, as condições tornam-se favoráveis para iniciar a fase de preparação da massa cerâmica (IOSHIMOTO e THOMAZ, 19--).

As demais massas das outras empresas analisadas tiveram valores baixos. Provavelmente, deve-se ao fato dos fabricantes fazerem compra de argilas por tradição ou recomendação baseada em experiências anteriores ou da utilização na mistura, de

certas argilas, cujas jazidas estão localizadas nas imediações das indústrias e se aproximam da conformidade dos produtos finais.

Todas as empresas que fazem parte dessa pesquisa, atenderam as recomendações da norma vigente (NBR 6462, 1987), obtendo valores acima do recomendado, nos ensaios de resistência à flexão a 900° C, onde a massa dos corpos-de-prova deve resistir para uma conformação de telhas cerâmicas, uma ruptura em torno de 6,5 MPa depois de calcinada. Na fase de secagem a 110° C, a ruptura desse mesmo corpo-de-prova deverá ficar em torno de 3,0 MPa (SANTOS, 1992).

Novamente, todas as empresas estudadas tiveram valores normais quanto ao ensaio de impermeabilidade nas massas dos corpos-de-prova, recomendada pela norma NBR 8048/85 que determina a execução por meio de um tubo transparente o suficiente para formar uma coluna d'água de 250 mm, fixado na face exposta e superior do corpo de prova. Após deixar o sistema em repouso por 24 h, em ambiente coberto e ventilado, analisar a face inferior do corpo-de-prova. Caso tenham ocorrido manchas, caracteriza-se conformidade; quando há formação de gotas ou vazamentos, caracteriza-se não-conformidade na massa (GIBERTONI, 2001).

6.2.2 Controle tecnológico do produto acabado (NBR 13.582, 1997)

Todas as empresas, que fazem parte desta pesquisa, atenderam as recomendações da norma vigente quanto aos ensaios realizados nos produtos acabados com relação à absorção d'água (NBR 8947, 1985) que estabelece o valor de 20% de absorção máxima para as telhas francesas e de 18% para as telhas romanas e similares.

Igualmente, para os ensaios de resistência à flexão, todas as empresas cumpriram as recomendações da norma (NBR 6462, 1987) que estabelece para as telhas francesas, uma carga de ruptura igual ou superior a 7,0 MPa e para as telhas romanas e semelhantes, igual ou superior a 13,0 MPa.

Nos ensaios de impermeabilidade nos produtos acabados, as fábricas de cerâmicas deste estudo, atingiram a conformidade do produto. Como recomenda a norma NBR 8948 (1985) o ensaio deve ser executado exatamente como o da massa. Por meio de um tubo transparente o suficiente para formar uma coluna d'água de 250 mm e fixado na face exposta às intempéries e superior da telha deixada em repouso, em ambiente coberto e ventilado. Após 24 h, analisar a face inferior da telha, caso tenham ocorrido manchas, caracteriza-se conformidade e quando houver formação de gotas ou vazamentos, caracteriza-se não conformidade do produto.

Com relação aos ensaios de dimensional, segundo as normas NBR 8038 (1985) somente as empresas A(1, 2 e 3), que estão inseridas no sistema da qualidade, obtiveram conformidade de seus produtos, devido aos procedimentos e controles constantes já implantados e implementados. As demais empresas analisadas não obtiveram conformidade. Estas devem inserir os controles essenciais para ajustarem, principalmente, a mistura das argilas com adição de plastificantes ou desplastificantes. Devem também, observar a partir daí, as retrações de secagem, queima e perda ao fogo, para não ultrapassar os percentuais recomendados pelo IPT (1986). Em seguida, devem definir os moldes da prensagem para que quando os produtos passarem pela fase de secagem e queima, obtenham as dimensões corretas segundo as normas NBR 8038, 1985.

Foram analisados os processos de rastreabilidade estampado nas telhas cerâmicas colhidas nas indústrias cerâmicas desta pesquisa e, observou-se que, nos produtos das

empresas A(1, 2 e 3) e B1 apresentavam identificação no verso da telha permitindo promover completa rastreabilidade do produto como data de fabricação, número da prensa e do forno. Dados esses, que fazem parte integrante do sistema da qualidade, uma vez que, consegue-se, a qualquer tempo, obter informações e conhecimento, quanto ao processo de fabricação pelo qual foi submetido. Uma vez tendo sido entregue ao consumidor final e, com o uso surgirem patologias, haverá a possibilidade de serem identificadas consultando-se os controles dos ensaios laboratoriais realizados por amostragem, nos produtos deste lote, no dia da fabricação.

6.3 Proposta de fluxograma de diagnóstico para a avaliação da conformidade da telha cerâmica estrutural vermelha

No prosseguimento da pesquisa serão sugeridas ações pontuais para as empresas que apresentaram dificuldades visando otimizar a operacionalidade do processo ou parte dele.

O método proposto para a avaliação da conformidade da cerâmica vermelha foi desenvolvido com o auxílio da revisão da literatura, dos resultados obtidos pela aplicação do *Chek List* do CCB e ensaios pertinentes da matéria-prima e do produto acabado, os quais permitiram inter-relacionar as etapas e atividades deste estudo.

Optou-se, também, pela integração de alguns instrumentos aplicados no sistema de qualidade objetivando a simplificação e adaptação com a realidade das micro e pequenas empresas, em especial, nas empresas que não iniciaram a implantação do sistema da qualidade, proporcionando a melhoria contínua do produto.

Salienta-se, também, que o fluxograma proposto é o principal produto deste trabalho, sendo que o mesmo permeia os conceitos das normas ISO 9000 (2000) no que se refere

à implantação de procedimentos e controles funcionais específicos, visando à conformidade da telha cerâmica vermelha

6.3.1 Instrumentos utilizados para elaboração da proposta do fluxograma de diagnóstico.

Entre os instrumentos para a elaboração da proposta do fluxograma de diagnóstico estão os diagramas de causa-elaborado por ISHIKAWA (1986) e utilizado por MITIDIERI FILHO e IOSHIMOTO (1986), onde fizeram englobar as causas que afetam a conformidade do produto cerâmico (Figura 54). Iniciam pela conformação da matéria-prima com a escolha da jazida, a forma de extração, a execução do empilhamento, a mistura em camadas e, principalmente, o transporte. Nessas etapas deverão ser observados todos os procedimentos necessários, controles e pesquisas para evitar perdas durante o desenvolvimento do processo produtivo.

A segunda ferramenta utilizada para a proposta do fluxograma de diagnóstico é o método desenvolvido para a avaliação da conformidade em produtos cerâmicos, o Fluxograma desenvolvido por OLIVEIRA (1995) (Figura 55) que pode ser consultado e aplicado durante o trabalho de auditoria ou diagnóstico.

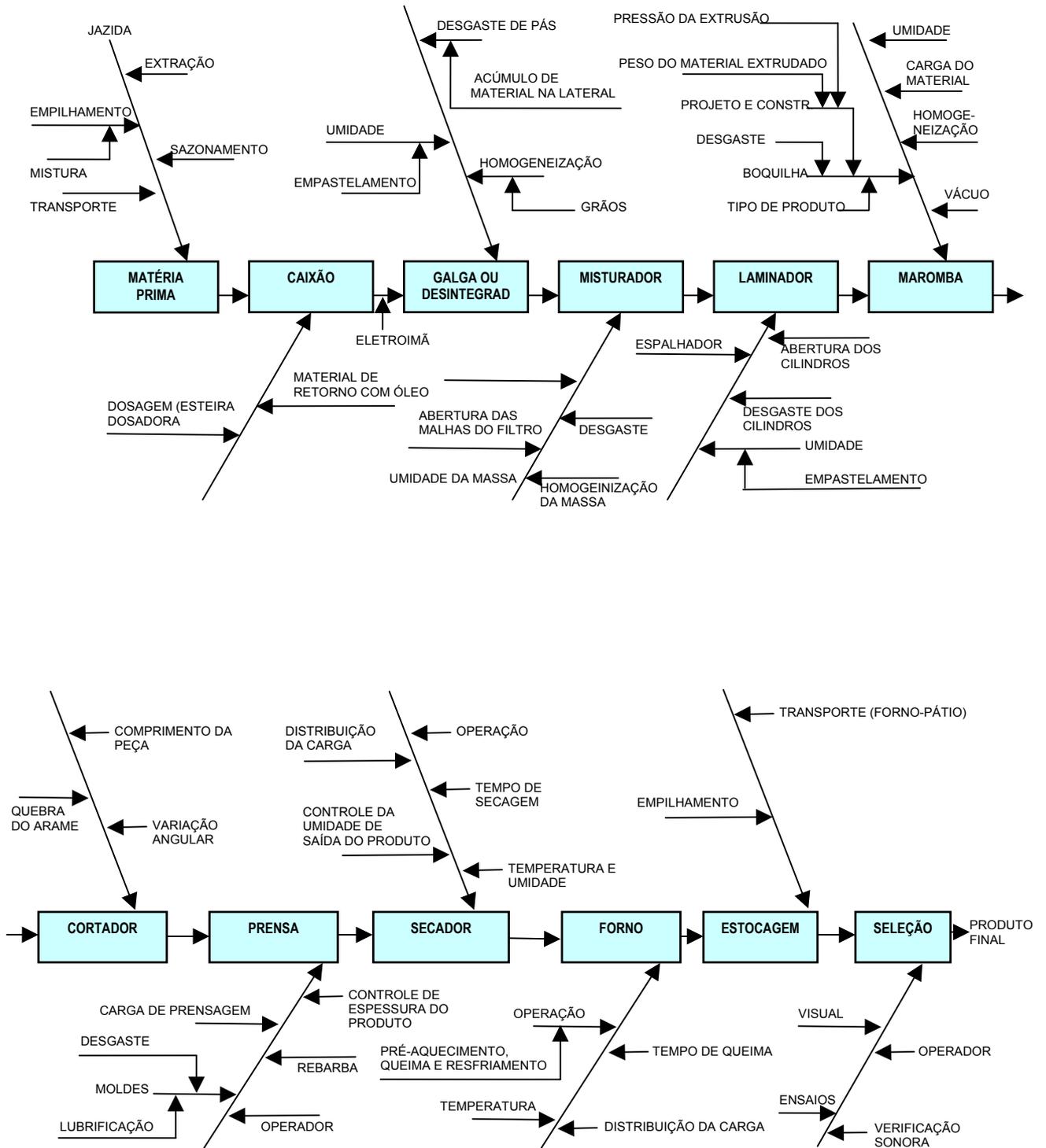


Figura 54. Diagrama de causa e efeito elaborado por ISHIKAWA (1986) e utilizado por (MITIDIERI FILHO e IOSHIMOTO, 1986)

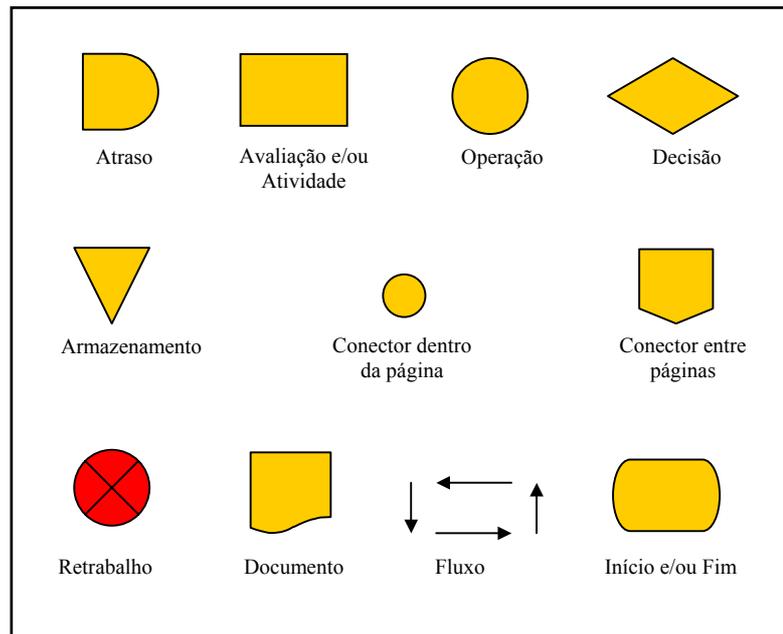


Figura 55. Fluxograma das etapas e atividades envolvidas na avaliação da conformidade do processo produtivo da telha cerâmica vermelha (OLIVEIRA, 1995).

A seguir, apresenta-se a proposta do fluxograma de diagnóstico que poderá servir como uma nova ferramenta para facilitar a rastreabilidade dos pontos falhos do processo de produção dos produtos cerâmicos.

6.3.2 Fluxograma de diagnóstico proposto

Por meio dos resultados obtidos e a partir das análises realizadas foi possível elaborar um fluxograma de diagnóstico que integra a avaliação e proposição do empreendimento, visando à otimização do sistema da qualidade em busca da melhoria contínua do produto.

Este fluxograma permite sugerir procedimentos para a otimização dos processos da matéria-prima e fabricação de telha cerâmica vermelha, em especial, nas empresas que não iniciaram a implantação do sistema da qualidade.

A elaboração desta ferramenta levou em consideração as análises realizadas nesta pesquisa considerando ainda as questões discutidas na revisão da literatura.

Salienta-se também que este instrumento proposto é o principal produto deste trabalho, sendo que o mesmo permeia os conceitos das normas ISO 9000 no que se refere à implantação de procedimentos e controles funcionais específicos, visando à conformidade da telha cerâmica vermelha.

A consulta ao “Fluxograma de Diagnóstico” permite investigar o nível de comprometimento da conformidade do produto cerâmico. Para tanto, adotaram-se os seguintes níveis: alto, médio e baixo comprometimento, sendo que cada nível indica o tipo de atenção e cumprimento das ações corretivas necessárias a serem elaboradas e implementadas. O alto comprometimento com a qualidade e conformidade, indica que há rastreabilidade do processo e, que, apresenta planos de correções e manutenções preventivas suficientes para reabilitar o produto cerâmico em questão. O médio comprometimento indica a necessidade da manutenção corretiva imediata devido à possibilidade da presença de não-conformidade e o baixo comprometimento indica a necessidade de replanejamento, reestruturação e ação corretiva imediata pela presença de não-conformidades severas no produto cerâmico.

Com a aplicação dos procedimentos concentrados no fluxograma de diagnóstico é possível, por exemplo, identificar e classificar as argilas adequadas que comporão a mistura empregada na fabricação de telhas cerâmicas. Da mesma forma, todas as etapas do processo produtivo da telha cerâmica vermelha podem ser verificadas, individualmente ou em conjunto, facilitando a rastreabilidade do processo de produção a partir dos resultados obtidos. Privilegia também, as condições de produção, uma vez que baliza a existência ou não, de procedimentos necessários, instruções de trabalho e controles essenciais.

Este programa é composto por avaliações, decisões, atividades que ressaltam determinadas proposições a serem realizadas pelos ceramistas para a conformação do produto. Pode-se também, identificar na empresa, dificuldades pontuais na caracterização das argilas quanto às suas propriedades químicas, físicas, mecânicas e orgânicas que compõem a mistura empregada na fabricação das telhas cerâmicas. Enfatizam os pontos de interface da preparação da massa/mistura como a produção e demais etapas, promovendo prontas orientações, principalmente, quando não houver procedimentos e controles presentes. As orientações aparecerão no fluxograma, quando estiver no formato eletrônico e for acionado, identificando por meio do “sim” ou do “não”, o correto cumprimento dos procedimentos ou controles pertinentes às etapas que estão sendo investigadas. As perguntas serão formuladas dentro das normas técnicas e *Check List* de diagnóstico, segundo a necessidade de desenvolvimento de cada setor e etapa do processo produtivo, será descrita a ação que deve ser tomada para que o produto chegue conforme no final da produção.

Pode-se dessa forma, afirmar sua importância e aplicação nas micro e pequenas empresas, para que possam competir igualmente no mercado, uma vez que passam constantemente por situações financeiras difíceis, devido aos produtos de má qualidade que produzem e a concorrência predatória existente entre elas.

A seguir apresenta-se o fluxograma de diagnóstico que poderá servir como uma nova ferramenta para facilitar a rastreabilidade dos pontos falhos do processo de produção dos produtos cerâmicos. Foi dividido em etapas e atividades a serem desenvolvidas pelos ceramistas, para se atingir a qualidade do produto.

ETAPAS	FLUXOGRAMA	ATIVIDADES
<p>ETAPA 1</p> <p>Implantação do Sistema da Qualidade.</p> <p>Definição quanto à responsabilidade da administração pelo sistema da qualidade.</p>	<pre> graph TD INICIO[INÍCIO] --> 1[1] 1 --> 2{2} 2 -- NÃO --> 3((3)) 2 -- SIM --> 4[4] 3 --> 4 4 --> 5((5)) </pre>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Para desenvolver o sistema da qualidade a empresa deve implantar e implementar o setor e manter a sua continuidade. 2. A empresa possui um responsável pelo sistema da qualidade? 3. Orientação para essa etapa. 4. Definir todos os procedimentos necessários para a elaboração do sistema da qualidade. 5. A empresa deve implantar a política da qualidade, manual da qualidade, lista mestra, procedimentos, instruções de trabalho e controles documentados, para que o processo tenha rastreabilidade e garantia da qualidade contínua do produto final.
<p>ETAPA 2</p> <p>Procedimento para Aquisição.</p> <p>Existência de contratos, acordos, normas para os fornecedores dos insumos básicos.</p>	<pre> graph TD 5((5)) --> 6{6} 6 -- NÃO --> 7((7)) 6 -- SIM --> 8[8] 7 --> 8 8 --> 9((9)) </pre>	<ol style="list-style-type: none"> 6. A empresa mantém contratos dos insumos básicos com os fornecedores, de que forma? 7. Orientação para essa etapa. 8. A empresa deve avaliar seus procedimentos de aquisição. 9. A implantação dos controles de aquisição dos insumos como, argilas, lenha, gás e outros devem ser bem definidos para garantir a continuidade do processo, da qualidade do produto, sem que haja interrupções desses fornecimentos.
<p>ETAPA 3</p> <p>Matéria-Prima</p> <p>Controle e ensaios tecnológicos das argilas</p>	<pre> graph TD 9((9)) --> 10{10} 10 -- NÃO --> 11((11)) 10 -- SIM --> 12[12] 11 --> 12 12 --> 13((13)) 13 --> 14[14] </pre>	<ol style="list-style-type: none"> 10. Cumpre todos os ensaios nesta etapa inicial de aquisição? 11. Orientação sobre este processo e reavaliação desta etapa. 12. Redefinir procedimentos de aquisição da argila. 13. A empresa deve realizar os ensaios necessários nas argilas para conhecer seu potencial e características em laboratórios especializados antes de adquiri-las. <p>14. Conector entre páginas.</p> <p style="text-align: right;">CONTINUA</p>

CONTINUAÇÃO

<p>ETAPA 3.1</p> <p>Controle e ensaios tecnológicos das argilas e proteção dos estoques junto às jazidas, sazonalmente, antes da aquisição.</p>		<p>14. Conector entre páginas. 15. Mantém controle da lavra antes da aquisição? 16. Orientações sobre os processos e desta etapa. 17. A empresa deve rever sempre o procedimento para o controle da lavra. 18. Quando a empresa adquirir ou explorar jazida de argilas, deve definir o empilhamento das mesmas em áreas próximas as mesmas, assim como, o período de sazonalmente de 6 meses e a eficiência da mistura das argilas.</p>
<p>ETAPA 3.2</p> <p>Existência de esteira dosadora com velocidade controlada para a abertura das comportas do caixão alimentador das espécies distintas de argilas envolvidas na mistura.</p>		<p>19. Mantém o traço da mistura, executando ensaios constantes de retração, resistência mecânica e controle de umidade no caixão alimentador? 20. Orientação para a realização de ensaios constantes da mistura para a produção. 21. A empresa deve avaliar o período de estocagem, assim como, constante movimentação e rodízio da mistura. 22. Ao chegar do sazonalmente deve-se estocar a mistura em local coberto protegendo das intempéries por mais 6 meses antes de ser levada à produção. Ter controle constante com ensaios de umidade, retração, flexão e alimentador, para que haja o equilíbrio dos equipamentos na conformação.</p>
<p>ETAPA 3.3</p> <p>Controle do processamento do equipamento desintegrador.</p>		<p>23. A empresa controla o equipamento desintegrador? 24. Orientação sobre esse processo e reavaliação desta etapa. 25. Avaliar corretamente o procedimento 26. Verificar periodicamente os corpos moedores desintegradores por meio de planos de manutenção, para não haver comprometimento do processo produtivo com súbitas paralisações. 27. Conector entre páginas.</p>

CONTINUA

CONTINUAÇÃO

<p>ETAPA 3.4</p> <p>Controle do processamento do equipamento de moagem.</p> <p>Avaliação da integridade e da umidade da mistura nesta etapa de produção.</p>	<pre> graph TD 27[27] --> 28{28} 28 -- NÃO --> 29((29)) 28 -- SIM --> 30[30] 29 --> 30 30 --> 31((31)) </pre>	<p>27.Conector entre páginas. 28.A empresa possui um plano de manutenção para os equipamentos de moagem ? 29.Orientação para esta etapa. 30.A empresa deve avaliar a importância de se registrar a manutenção preventiva e periódica desse equipamento. 31.Essa operação visa prever o tempo de desgaste, prévia retifica ou substituição de peças, para não comprometer a produção com súbitas paralisações.</p>
<p>ETAPA 3.5</p> <p>Emprego do eletroímã, a utilização deste equipamento e avaliar sua integridade em plano de manutenção.</p>	<pre> graph TD 31((31)) --> 32{32} 32 -- NÃO --> 33((33)) 32 -- SIM --> 34[34] 33 --> 34 34 --> 35((35)) </pre>	<p>32.A empresa possui o equipamento, eletroímã? 33.Orientação para o emprego desse equipamento. 34.Deve ser avaliada a importância da utilização do eletroímã sobre as esteiras. 35.Esta operação visa proteger os equipamentos de moagem e desintegração e laminação das argilas, para que não ocorra a passagem de corpos metálicos e danifiquem os equipamentos.</p>
<p>ETAPA 3.6</p> <p>Controle do processamento do equipamento misturador e a umidade da mistura na fase de produção dos produtos.</p>	<pre> graph TD 35((35)) --> 36{36} 36 -- NÃO --> 37((37)) 36 -- SIM --> 38[38] 37 --> 38 38 --> 39((39)) 39 --> 40[40] </pre>	<p>36.Faz controles dos componentes do misturador, bem como, manutenção preventiva periódica? 37.Orientação sobre esse processo e reavaliação desta etapa. 38.Nesta etapa a empresa deve controlar os equipamentos do misturador, quanto à sua integridade, com plano de manutenção preventiva. 39.O misturador deve passar por manutenção constante para que a massa seja bem uniformizada e haja melhor ligação dos grãos das argilas. A umidificação ideal de trabalho, não sobrecarrega nem compromete o desempenho de produção da extrusora (maromba). 40.Conector entre páginas.</p>

CONTINUA

CONTINUAÇÃO

<p>ETAPA 3.7</p> <p>Controle do equipamento laminador.</p> <p>Avaliação da integridade dos cilindros, abertura entre eles e a umidade da mistura.</p>	<pre> graph TD 40[40] --> 41{41} 41 -- NÃO --> 42((42)) 41 -- SIM --> 43[43] 42 --> 43 43 --> 44((44)) </pre>	<p>40. Conector entre páginas.</p> <p>41. Faz controles dos componentes do laminador, bem como, manutenção preventiva periódica?</p> <p>42. Orientação sobre esse processo e reavaliação desta etapa.</p> <p>43- Nesta etapa a empresa deve avaliar os planos de funcionamento dos equipamentos de laminação.</p> <p>44. Após a massa ter sido uniformizada e umidificada pelo misturador é homogeneizada, para se evitar perdas na produção tornando-se mais leve para não sobrecarregar a extrusora (maromba).</p>
<p>ETAPA 4</p> <p>Controle de qualidade documentado do processo de extrusão. Instruções de trabalho disponíveis.</p> <p>Conformação, umidade do material, vácuo, desgastes dos moldes e planos de manutenção.</p>	<pre> graph TD 44((44)) --> 45{45} 45 -- NÃO --> 46((46)) 45 -- SIM --> 47[47] 46 --> 47 47 --> 48((48)) </pre>	<p>45. A empresa mantém instruções de trabalho disponíveis e controle, plano de manutenção do equipamento de extrusão (maromba)?</p> <p>46. Orientação sobre esse processo.</p> <p>47. Faz-se necessária a avaliação desta etapa.</p> <p>48. A empresa deve controlar o vácuo na extrusão para a eliminação de bolhas de ar presentes na massa, umidade e viscosidade para que não haja diferença de velocidade no escoamento pela boquilha, da parte central da massa em relação às laterais, que podem contribuir com deformações indesejadas.</p>
<p>ETAPA 4.1</p> <p>Controle da cortadeira da massa extrudada, seja manual ou automática.</p>	<pre> graph TD 48((48)) --> 49{49} 49 -- NÃO --> 50((50)) 49 -- SIM --> 51[51] 50 --> 51 51 --> 52((52)) 52 --> 53[53] </pre>	<p>49. São mantidos controles e planos de manutenção do equipamento de corte?</p> <p>50. Orientação sobre esse processo e etapa.</p> <p>51. Ao ser extrudada, a massa transforma-se em bastão que deverá sofrer um corte controlado, na dimensão exata para ser enviado à prensagem, segundo a necessidade que a forma do produto exija.</p> <p>52. Dessa forma, é necessário que haja boa compactação e ausência de desperdícios com rebarbas.</p> <p>53. Conector entre as páginas.</p>

CONTINUA

CONTINUAÇÃO

<p>ETAPA 4.2 Controle das prensas.</p>	<pre> graph TD 53[53] --> 54{54} 54 -- NÃO --> 55((55)) 54 -- SIM --> 56[56] 56 --> 57((57)) </pre>	<p>53.Conector entre páginas. 54.São mantidos os controles e plano de manutenção da prensa? 55.Orientação sobre esse processo. 56.A empresa deve sempre avaliar esta etapa com planos de manutenção e controles. 57.Após o corte dos bastões, estes devem ser transportados às prensas automáticas onde sofrerão a moldagem das telhas. É necessário que haja controle de pressão e seu perfeito funcionamento, evitando-se enfraquecimento ou má conformação dos produtos.</p>
<p>ETAPA 4.3 Controle da fase de secagem</p>	<pre> graph TD 57((57)) --> 58{58} 58 -- NÃO --> 59((59)) 58 -- SIM --> 60[60] 60 --> 61((61)) </pre>	<p>58.São mantidos controles documentados da temperatura e planos de manutenção dos equipamentos de secagem? 59.Orientação sobre esse processo. 60.A empresa deve avaliar essa etapa com planos, procedimentos e controles documentados. 61.Após a prensagem das telhas devem ser transportadas às áreas de secagem, sejam em secadores estáticos, em vagonetas aos secadores semicontínuos ou contínuos, todos os equipamentos envolvidos nesta fase devem possuir seu plano de manutenção preventivo. É de fundamental importância, o controle das temperaturas e umidade, para que, no final da secagem, os produtos não se apresentem com umidade acima de 3% propiciando trincas, deformações e perdas na queima.</p>
<p>ETAPA 4.4 Controle da fase de queima do produto</p>	<pre> graph TD 61((61)) --> 62{62} 62 -- NÃO --> 63((63)) 62 -- SIM --> 64[64] 64 --> 65((65)) 65 --> 66{{66}} </pre>	<p>62.Há controle documentado desta etapa de queima, das temperaturas, do ciclo de com termo pares, da umidade e consumo de energia (elétrica, gás ou lenha) ? 63.Orientação queima sobre o processo desta etapa. 64.A avaliação desta etapa é de extrema importância para o processo da qualidade do produto. 65.Quando a umidade dos produtos atingir o percentual adequado na fase de secagem deve ser distribuído dentro do forno de tal forma a obedecerem ao ciclo de queima equilibradamente em todas as etapas da queima controladas por termo-elementos. A distribuição eficaz da carga dentro do forno produz efeito positivo e qualidade do produto. 66.Conector entre páginas.</p>

CONTINUAÇÃO

<p>ETAPA 4.5</p> <p>Controle da limpeza e manutenção, disposição racional dos equipamentos e <i>lay out</i> da pista de produção.</p>	<pre> graph TD 66[66] --> 67{67} 67 -- NÃO --> 68((68)) 67 -- SIM --> 69[69] 69 --> 70((70)) </pre>	<p>66.Conector entre páginas 67.A empresa possui planos de manutenção, limpeza, <i>lay out</i>, organização da pista de produção? 68.Orientação sobre essa etapa. 69.A empresa deve avaliar essa etapa, sua importância para o desenvolvimento a qualidade. 70.Nessa etapa é necessário que haja preocupação constante quanto a limpeza, organização da pista e formatação do <i>lay out</i> dos equipamentos e ciclo de produção bem definido, para que haja economia na produção evitando grandes extensões entre os equipamentos, desperdícios de materiais e emprego de mão-de-obra desnecessária.</p>
<p>ETAPA 4.6</p> <p>Controle de segurança do trabalho dentro da fábrica.</p>	<pre> graph TD 71{71} -- NÃO --> 72((72)) 71 -- SIM --> 73[73] 73 --> 74((74)) </pre>	<p>71.A empresa possui equipamentos de segurança PPRa, SMSO, CIPA, Mapa de risco, Quadro de risco, Quadro de acidentes, EPI, EPC's, índices de acidentes? 72.Orientação sobre essa etapa. 73.A empresa deve avaliar a importância dessa etapa no sistema da qualidade. 74.Devem existir controles de equipamentos de segurança, assim como, utilização para que se evite acidentes de trabalho e venham a comprometer a continuidade do processo de produção e a qualidade do produto.</p>
<p>ETAPA 4.7</p> <p>Controle de preservação do meio ambiente.</p>	<pre> graph TD 75{75} -- NÃO --> 76((76)) 75 -- SIM --> 77[77] 77 --> 78((78)) 78 --> 79[79] </pre>	<p>75.A empresa mantém controle sobre os componentes, detritos e emissão de poluentes? 76.Orientação sobre essa etapa. 77.A empresa deve avaliar essa etapa em atendimento ao sistema da qualidade. 78.Os controles de poluentes lançados em mananciais, tratamento de esgoto e reciclagem de água são necessários para a qualidade do processo de produção e não haja paralisações repentinas e, que, a qualidade de vida dos trabalhadores na empresa seja respeitada. 79.Conector entre páginas.</p> <p style="text-align: right;">CONTINUA</p>

CONTINUAÇÃO

<p>ETAPA 4.8</p> <p>Controles de técnicas estatísticas do processo produtivo.</p>	<pre>graph TD; 79[79] --> 80{80}; 80 -- NÃO --> 81((81)); 80 -- SIM --> 82[82]; 82 --> 83((83));</pre>	<p>79.Conector entre páginas.</p> <p>80.A empresa mantém gráficos de controles de produção, desperdícios e diagramas de causa e efeito?</p> <p>81.Orientação para essa etapa.</p> <p>82.A empresa deve avaliar esta etapa como um processo importante para o sistema da qualidade.</p> <p>83.É necessário haver controles sistemáticos por meio de gráficos estatísticos, fluxogramas de causa e efeito, para se detectar as etapas onde há maiores desperdícios servindo de material de análise crítica, para as ações corretivas e preventivas.</p>
<p>ETAPA 5</p> <p>Controle de produto acabado</p>	<pre>graph TD; 83((83)) --> 84{84}; 84 -- NÃO --> 85((85)); 84 -- SIM --> 86[86]; 86 --> 87((87));</pre>	<p>84.A empresa faz controles diários previstos pelas normas técnicas brasileiras (NBR), resistência à salinidade, envelhecimento e durabilidade do produto acabado?</p> <p>85.Orientação sobre o processo nesta etapa.</p> <p>86.A empresa deve avaliar os controles do produto acabado.</p> <p>87.Deve possuir equipamentos para o controle diário do produto acabado, antes do seu embarque ao consumidor, com ensaios de impermeabilidade, carga de ruptura, absorção d'água, empeno, dimensional, massa e inspeção geral do produto. A empresa deve controlar o transporte dos produtos acabados não liberados para comercialização, empilhamento, aspecto visual, classificando-os e identificando-os nas áreas de armazenamento.</p>
<p>ETAPA 5.1</p> <p>Controle de rastreabilidade do produto acabado.</p>	<pre>graph TD; 87((87)) --> 88{88}; 88 -- NÃO --> 89((89)); 88 -- SIM --> 90[90]; 90 --> 91((91)); 91 --> 92[92];</pre>	<p>88.São feitas a seleção e a identificação para a rastreabilidade do produto acabado?</p> <p>89.Orientação sobre esse processo.</p> <p>90.A avaliação desta etapa deve cumprir as normas técnicas NBR</p> <p>91.O produto deve apresentar na sua face inferior todas as identificações necessárias para que haja uma pronta identificação e rastreabilidade como, data de fabricação, número da prensa e o forno de queima, para cruzar com o controle da massa, conformação em todas as etapas de produção.</p> <p>92.Conector entre páginas.</p> <p>CONTINUA</p>

CONTINUAÇÃO

<p>ETAPA 5.2</p> <p>Existência de planos de calibração rastreável pela RBC (Rede Brasileira de Calibração).</p>		<p>92.Conector entre páginas. 93.A empresa possui planos de calibração rastreável para calibração, identificação e histórico dos equipamentos de precisão de controles do produto acabado? 94.Orientação dessa etapa. 95.A empresa deve avaliar a existência desse procedimento em atendimento as normas NBR. 96.É necessário que exista planos de rastreabilidade de calibração, identificação e histórico dos equipamentos de medidas e ensaios pertinentes ao produto acabado, para que esse processo mantenha a confiabilidade da qualidade do produto final.</p>
<p>ETAPA 5.3</p> <p>Controle de produtos não-conformes, rejeitados, retrabalhados com estatísticas de perdas.</p>		<p>97.A empresa faz controles de segrega para produtos não-conformes e ou rejeitados, retrabalhados e reparados, com estatísticas? 98.Orientação para essa etapa. 99.A empresa deve avaliar os métodos estabelecidos pelo sistema da qualidade. 100.Para se detectarem as perdas, o percentual de cada classe ou a denominação desses produtos estabelecidos pelo fabricante, faz-se necessário que haja identificação e controle, que irão gerar rastreabilidade e métodos estatísticos.</p>
<p>ETAPA 6</p> <p>Existência de planos de execução de auditorias internas.</p>		<p>101.A empresa mantém sistemática estabelecida para o planejamento e execução das auditorias internas? 102.Orientação para essa etapa. 103.Deve ser avaliada a necessidade de implantação e implementação das auditorias internas para atender o sistema da qualidade. 104.A empresa deve desenvolver as auditorias internas estabelecendo entre os setores avaliações recíprocas no sentido de ser avaliada a operacionalidade da etapa através de outro setor distinto. No final das auditorias devem ser levados os resultados às reuniões de análise crítica, para as ações de correção e prevenção. 105.Conector entre páginas.</p> <p style="text-align: right;">CONTINUA</p>

CONTINUAÇÃO

<p>ETAPA 6.1</p> <p>Existência de reuniões de análise crítica para levantamento das não conformidades e avaliação das ações corretivas e preventivas.</p>	<pre> graph TD 105[105] --> 106{106} 106 -- NÃO --> 107((107)) 106 -- SIM --> 108[108] 107 --> 108 108 --> 109((109)) </pre>	<p>105.Conector entre páginas. 106.A empresa faz reuniões de análise crítica? 107.Orientação para essa etapa. 108.Deve ser avaliada a etapa de reuniões de análise crítica do sistema da qualidade. 109.Devem ser realizadas reuniões periódicas para avaliar a qualidade, os processos de produção, manutenção estáticas e outros que envolvem a eficiência do sistema implantado e a continuidade da qualidade do produto. Prover ações corretivas e preventivas quando identificadas as não conformidades.</p>
<p>ETAPA 7</p> <p>Existência de planos e execução de treinamentos.</p>	<pre> graph TD 109((109)) --> 110{110} 110 -- NÃO --> 111((111)) 110 -- SIM --> 112[112] 111 --> 112 112 --> 113((113)) </pre>	<p>110.A empresa desenvolve treinamentos planejados com sistemática estabelecida? 111.Orientação para essa etapa. 112.Há necessidade de se avaliar a importância dessa etapa. 113.O desenvolvimento dos treinamentos seja setorial ou geral são de extrema importância para com a conformidade do produto final, ajuste da produção, implementação do sistema da qualidade na empresa, entrosamento operacional dos equipamentos e setores produtivos.</p>
<p>ETAPA 8</p> <p>Existência de planos e execução de Assistência Técnica aos consumidores.</p>	<pre> graph TD 113((113)) --> 114{114} 114 -- NÃO --> 115((115)) 114 -- SIM --> 116[116] 115 --> 116 116 --> 117((117)) 117 --> 118[118] </pre>	<p>114.Existe forma de atendimento às ocorrências externas de apoio ao consumidor? 115.Orientação para essa etapa. 116.A empresa deve avaliar esta etapa como um processo importante de comprometimento do sistema da qualidade. 117.Deve haver avaliações constantes com relação à assistência técnica ao consumidor, por meio telefônico e visita no local de utilização do produto, para que o sistema da qualidade implantado tenha confiabilidade e reconhecimento pelo público consumidor. 118.Conector entre páginas.</p> <p style="text-align: right;">CONTINUA</p>

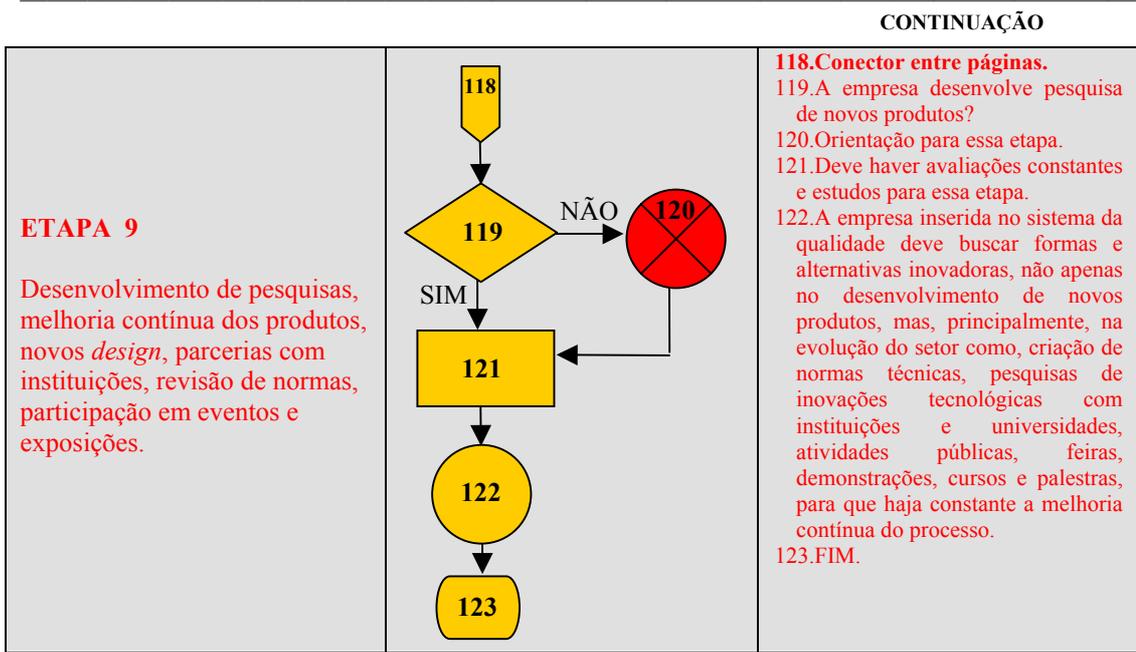


Figura 56. Fluxograma de diagnóstico.

A Figura 57, demonstra um exemplo da cesta de avaliação alimentada durante a auditoria com a aplicação do fluxograma de diagnóstico, em todas as etapas na indústria cerâmica. Possibilitando assim, acumular a relação das orientações para as correções e ajustes, nas etapas que apresentaram dificuldades ou não-conformidades, como também, salientar a pontuação parcial de cada etapa, subtotal e total geral, possibilitando identificar e situar a empresa dentro do Sistema da Qualidade e sua condição para a conquista do certificado de qualidade do seu produto.

CESTA DE AVALIAÇÃO			
ETAPAS	ORIENTAÇÕES PARA CORREÇÃO	PONTUAÇÃO	
		ETAPA	SUBTOTAL
Etapa – 1 Implantação do Sistema da qualidade	Orientação para a correção ou ajuste desta etapa, segundo a pontuação adquirida pela empresa durante a auditoria.	6	6
Etapa – 2 Procedimento para Aquisição	Quando houver nota 10, não haverá necessidade de orientação	10	16
Etapa – 3 Matéria-prima	Parabéns	10	26
TOTAL GERAL			26

Figura 57. Cesta de avaliação.

7. CONCLUSÕES

Segundo os objetivos deste trabalho, os resultados obtidos com a aplicação do instrumento *Check List* do Centro Cerâmico do Brasil durante as visitas às empresas cerâmicas que participaram desta pesquisa, os ensaios laboratoriais realizados nas massas de argilas e os produtos acabados, chegou-se às seguintes conclusões:

- é importante realizar a implantação do Sistema da Qualidade em todas empresas, principalmente, nas micro e pequenas, com a adoção das normas NBR ISO 9001 (2000), com o envolvimento da alta administração em todos os setores, fomentando incentivo e entusiasmo, disponibilizando recursos, assim como, adoção de um responsável pelo gerenciamento da qualidade visando à continuidade desse sistema;
- os controles de aquisição das matérias-primas e dos insumos básicos devem ser valorizados para o sistema da qualidade implantada. A ausência desses controles e a inconstância de fornecedores desses insumos comprometem o processo produtivo e, conseqüentemente, a qualidade do produto final;
- ficou constatado que as empresas que possuem laboratórios internos para os controles de suas massas e produto acabado, já inseridas no sistema da qualidade, obtiveram melhores resultados e produtos conformes no final da produção;

- é fundamental a etapa de preparação da massa, da mistura correta das argilas envolvidas e analisadas em suas condições físicas, químicas e orgânicas, assim como das fases de produção, secagem e queima do produto;
- os treinamentos são de fundamental importância para que haja, em cada setor, o envolvimento de várias pessoas para a realização de um mesmo procedimento, com o intuito de se garantir a não interrupção;
- é necessária a execução de auditorias internas realizadas entre setores distintos para a operacionalização dos procedimentos como avaliação, análises críticas, para serem tomadas decisões, ações corretivas e preventivas das distorções encontradas;
- as pequenas e micro empresas têm maiores dificuldades na implantação do sistema qualidade;
- é fundamental para o sistema da qualidade que esteja estabelecida a assistência técnica ao consumidor;
- a partir das análises realizadas foi possível desenvolver o fluxograma apresentado que permite a aplicação do sistema da qualidade do processo produtivo da telha cerâmica vermelha à realidade das micro e pequenas empresas;
- visando a certificação da qualidade Propõe-se ao Centro Cerâmico do Brasil e à Comissão Julgadora para a certificação da qualidade, que sejam feitas alterações no Check List e no peso atribuído às fórmulas de pontuação, no sentido de aplicar maior valor no peso relativo aos itens de controles da matéria-prima e treinamento. Uma das principais etapas do processo produtivo, para se chegar à conformidade da telha cerâmica, reside, principalmente, na caracterização, homogeneização correta das argilas envolvidas e outros componentes, na massa final. Para se obter bons resultados, qualidade e economia, em todas as etapas e processos de fabricação, são

necessários, o envolvimento e cooperação de todos os integrantes. Isso só se atinge com um bom programa de treinamento visando, principalmente, reduzir os custos com a implantação desse sistema. Propor ainda, quando for realizada a auditoria em uma indústria cerâmica e, avaliando-se cada etapa do setor produtivo e organizacional, que seja atribuída pontuação inteira determinada no Check List (0, 4, 6 ou 10). Sugere-se, portanto, a pontuação de 10 pontos, quando houver alto comprometimento da empresa com a qualidade, 6 pontos, quando houver médio comprometimento, 4 pontos, quando houver baixo comprometimento e zero ponto, quando nada houver. Não podendo, desta forma, existir pontos intermediários, cuja interferência não represente envolvimento psicológico, julgamento ou opinião pessoal do auditor na sua avaliação. Assim, essa avaliação de pontos inteiros, atribuída a cada etapa visa à imparcialidade do perito e uniformização da pontuação para todas as empresas.

7.1 Sugestões para o prosseguimento da pesquisa

A presente pesquisa forneceu um panorama sobre a produção de componentes da cerâmica estrutural vermelha, em específico, a telha cerâmica vermelha. Neste estudo verificou-se a importância da implantação e implementação de procedimentos específicos para otimizar as principais etapas dos processos produtivos, em especial, nas micro e pequenas empresas, as quais não possuem acesso a tais ferramentas. Neste sentido, há outros aspectos que poderão ser desenvolvidos em futuras pesquisas, entre os quais destacam-se:

- transformação do fluxograma de diagnóstico proposto para meio eletrônico;

- adequação do presente instrumento para os demais componentes de cerâmica estrutural vermelha, como blocos, lajotas, manilhas, entre outros.

ANEXO

Instrumento de coleta de dados *Check List (CCB)* utilizado nesta pesquisa.

REQUISITOS	AVALIAÇÃO		
1. SISTEMA DA QUALIDADE E RESPONSABILIDADE DA ADMINISTRAÇÃO	CRITÉRIO PARA PONTUAÇÃO (PONTOS)		Pontuação obtida
1.1 Como está estruturado o setor da qualidade responsável pela implementação e manutenção do sistema da qualidade?	Completa	10	
	Em formação (implantado)	6	
	Embrionária	4	
1.2 Está definida a responsabilidade e autoridade – descrição de função?	Definida e implementada	10	
	Descrita nos procedimentos	6	
	No organograma	4	
1.3 Há uma política da qualidade da empresa, constante em documentos escritos da direção, divulgada aos clientes e colaboradores? Consta em documentos escritos da direção de forma:	Por escrito, divulgada aos clientes e colaboradores.	10	
	Por escrito, divulgada somente aos colaboradores.	6	
	Verbalmente para os colaboradores.	4	
1.4 Existe um Manual da Qualidade? Consta de documentos escritos de forma.	Conforme ISO 9000	10	
	Coletânea de procedimentos	6	
	Embrionário	4	
1.5 Os documentos antigos são retirados de circulação? Há controle dos documentos? Consta de: sistemática de substituição.	Implementada	10	
	Implantada	6	
	Informal	4	
1.6 O sistema da qualidade é revisado periodicamente? Quando?	Para todos os documentos	10	
	Fichas técnicas de produção	6	
	Informal	4	
TOTAL			
2 PROCEDIMENTO PARA AQUISIÇÃO			
2.1 Há um sistema de seleção e avaliação de fornecedores? Estimula o fornecedor a implantar Sistema da Qualidade?	Com sistema de pontuação implementado.	10	
	Sistematizado baseado no histórico	6	
	Por tradição	4	
2.2 Há especificações e normas para os materiais?	Descrita e validada pelo fornecedor	10	
	Descrita e validada internamente	6	
	Verbalmente	4	
2.3 Há contrato com fornecedores?	Consta especificações e contrato formal com fornecedor	10	
	Os pedidos de compra incluem cláusulas de qualidade	6	
	Somente pedidos com preço e prazo	4	
TOTAL			

3. MATÉRIA PRIMA			
3.1 Ensaio da Argila: Retração na secagem-bimestral Retração na queima-bimestral granulometria bimestral Análise química- anual Absorção de água- Bimestral.	Faz todos ensaios, mantém registros e cumprir todos os prazos.	10	
	Faz todos ensaios, mantém registros	6	
	Faz ensaios	4	
3.2 Mantém estoque de matérias - primas?	Faz sazonamento com tempo definido e controlado.	10	
	Faz sazonamento	6	
	Em implantação	4	
3.3 Dosagem / mistura: Argila (volume) - 1 x dia Rebarbas (volume) - 1 x dia Controle umidade da mistura - 2 x por turno Calibração velocidade das esteiras - trimestral Emprego de eletroimã/integridade – auditoria.	Faz todos controles, mantém os registros e cumprir todos os prazos.	10	
	Fazem todos controles, mantém os registros.	6	
	Faz controles	4	
3.5 Preparação da massa Separação de impurezas Existe equipamento para destorra? Existe equipamento para mistura e adição de água? Existe técnico ou responsável para formulação?	Cumprir todos os itens	10	
	Cumprir 50% dos itens	6	
	Cumprir 1 item.	4	
3.6 Moagem Integridade corpos moedores Integridade da pista Integridade das peneiras/grelhas	Cumprir todos os itens	10	
	Cumprir 50% dos itens	6	
	Cumprir 1 item	4	
3.7 Laminação A empresa possui laminador? Cilindro (integridade do cilindro)? Controla afastamento do cilindro? A maromba possui sistema de vácuo? Os bocais (moldes) da maromba são controlados? Os cortadores são automáticos?	Cumprir todos os itens	10	
	Cumprir 50% dos itens	6	
	Cumprir 1 item	4	
TOTAL			
4. CONTROLE DO PROCESSO PRODUTIVO			
4.1 Existe controle da qualidade documentado das etapas do processo de produção?	Procedimentos implementados	10	
	Registros	6	
	Faz controles informais	4	
4.2 Instruções de trabalho disponíveis ao usuário?	Implantadas e implementadas	10	
	Implantadas	6	
	Em implantação	4	
4.3 Está estabelecida sistemática para a rastreabilidade do produto?	Implantadas e implementadas	10	
	Implantadas	6	
	Em implantação	4	
4.4 Conformação: Umidade do material - 1 x por turno Vácuo - 2 x por turno Desgaste dos moldes/rebarbas – qinzenal.	Faz todos controles, mantém registros e cumprir todos os prazos.	10	
	Faz todos controles, mantém os registros.	6	
	Faz controles	4	
4.5	Cumprir todos os itens	10	

Secagem: Distribuição da carga - Auditoria Ciclo de secagem – Auditoria. Umidade do material seco - 2 x por turno Perdas na secagem – Auditoria. Funcionamento dos ventiladores – Auditoria. A empresa possui forno para secagem? A empresa controla a temperatura do secador? A empresa controla o tempo de secagem? A empresa controla a retração da massa? Existem procedimentos para estes controles?	Cumpre 50% dos itens	6	
	Cumpre 25 % dos itens	4	
4.6 Há planos de manutenção	Procedimentos implementados e registros	10	
	Registros	6	
	Faz controles informais	4	
4.7 Controle da Queima Distribuição de carga Ciclo de queima Perdas na queima Consumo de combustível Calibração dos termos elementos A empresa controla as temperaturas de queima	Cumpre todos os itens	10	
	Cumpre 50% dos itens	6	
	Cumpre 25 % dos itens	4	
4.8 O local de produção está limpo e organizado?	Abrange fábrica, laboratório e administração.	10	
	Abrange fábrica, laboratório.	6	
	Abrange fábricas	4	
4.9 Segurança no trabalho? PPRA, SMSO, CIPA, Mapa de risco, Quadro de acidentes, EPI, EPC's, índices de acidentes.	Cumpre todos os itens	10	
	Cumpre 50% dos itens	6	
	Cumpre 25 % dos itens	4	
4.10 Preservação do meio ambiente: Reciclagem de águas, tratamento de efluentes, tratamento de detritos, controle de emissão de poluentes, tratamento de refugo.	Cumpre todos os itens	10	
	Cumpre 50% dos itens	6	
	Cumpre 25 % dos itens	4	
4.11 São utilizadas técnicas estatísticas do processo produtivo? Gráficos de controle, curva ABC, diagrama causa-efeito (Ishikawa), CEP	Cumpre todos os itens	10	
	Cumpre 50% dos itens	6	
	Cumpre 25 % dos itens	4	
TOTAL			
5.			
CONTROLE DE PRODUTO ACABADO			
5.1 Faz controle diário de: Impermeabilidade; Ruptura a flexão Dimensões; Empenamento; Absorção de água; Inspeção geral	Faz todos controles, mantém registros e cumpre todos os prazos	10	
	Faz todos controles, mantém os registros	6	
	Faz controles	4	
5.2 Existem equipamentos para controle de processo e produto acabado? (Opção: pode ser terceirizado) Trenas, Paquímetros; Balanças de resolução 0,1g; Estufa ventilada; Mufla; Provetas graduadas; Prensa com capacidade adequada (ensaio flexão/compressão); Recipiente para fervura de água (ensaio de absorção); Jogo de peneira; Termo higrômetro; Hidrômetro; Termopares; Vacuômetros.	Possui todos os equipamentos	10	
	Possui 50% dos equipamentos necessários	6	
	Possui 25 % dos equipamentos necessários	4	
5.3 Os instrumentos possuem: Calibração Identificação Histórico dos instrumentos avaliados.	Procedimentos implementados e registros	10	
	Registros	6	
	Faz controles informais	4	

5.4 Existe sistemática estabelecida para controle de produto acabado?	Procedimentos implementados e registros	10	
	Registros	6	
	Faz controles informais	4	
5.5 Existe sistemática estabelecida que o identifique o produto quanto ao estado de inspeção (aguardando resultado, aprovado, reprovado).	Procedimentos implementados e registros	10	
	Registros	6	
	Faz controles informais	4	
5.6 Existe sistemática estabelecida para segregar produto não conforme?	Procedimentos implementados e registros	10	
	Registros	6	
	Faz controles informais	4	
5.7 Existe sistemática estabelecida que define o que fazer com produtos rejeitados, retrabalhados ou reparados?	Procedimentos implementados e registros	10	
	Registros	6	
	Faz controles informais	4	
5.8 Existe sistemática estabelecida para utilizar técnicas estatísticas no controle do produto acabado?	Procedimentos implementados e registros	10	
	Registros	6	
	Faz controles informais	4	
TOTAL			
6 AUDITORIA			
6.1 Existe sistemática estabelecida para planejamento e execução das auditorias internas?	Procedimentos implementados e registros de auditorias	10	
	Procedimento implantado e registro de uma auditoria	6	
	Procedimento implantado	4	
6.2 Existe sistemática estabelecida para determinar as causas e avaliar as ações corretivas das não conformidades detectadas na auditoria interna?	Determina as causas, propõe e avalia as ações corretivas	10	
	Determina as causas, propõe ações corretivas.	6	
	Determina as causas das não conformidades	4	
TOTAL			
7. TREINAMENTO			
7.1 Existe sistemática estabelecida para levantamento de necessidades e plano de treinamento?	Procedimentos implementados e planos de treinamento.	10	
	Procedimento implantado e levantamento	6	
	Procedimento implantado	4	
7.2 Existe sistemática estabelecida para execução do treinamento?	Procedimentos implementados e registros	10	
	Registros	6	
	Faz treinamentos informais	4	
TOTAL			

8. ASSISTÊNCIA TÉCNICA			
8.1 Existe sistemática estabelecida para Assistência Técnica Preventiva? Catálogos, instruções, informações sobre o produto, atendimento a clientes e outros.	Procedimentos implementados e registros	10	
	Registros	46	
	Tratamento informal	4	
8.2 Existe sistemática estabelecida para Assistência Técnica Corretiva?	Procedimentos implementados e registros	10	
	Registros	6	
	Tratamento informal	4	
TOTAL			
9. PESQUISA E DESENVOLVIMENTO			
9.1 Investe em desenvolvimento e pesquisa (melhoria contínua)? Projetos em parceria com instituições, universidades, participação em feiras, atividades de normalização, etc.	Atividade intensiva	10	
	Atividade moderada	6	
	Atividade fraca	4	
9.2 Investe em design?	Procedimentos implementados e projeto	10	
	Projetos	6	
	Tratamento informal	4	
TOTAL			
TOTAL GERAL			

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABC. **Anuário Brasileiro de Cerâmica da Associação Brasileira de Cerâmica**, 2002.

AMARANTE JR., A. **Ensaio cerâmicos preliminares de matérias primas**. São Paulo, Associação Brasileira de Cerâmica, 1989. 116 p.

AMBROZEWICZ, P.H.L. **Gestão da Qualidade na Construção Pública**. Sistema Federação das Indústrias de Estado do Paraná, 2001. p. 31 – 46.

AMORÓS, JL; GARCIA - TEM, J; SANZ, V; MONZÓ, M. **Manual para el control de la calidad de mteriais primas argilosas**. ITC-AICE. 1998, Castellón, p. 45-46, 81-83, 99-101, 109-119, 121-123, 129-134.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Telha cerâmica. Determinação de absorção de água: método de ensaio**. NBR 6220. Rio de Janeiro, 1980.

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

_____ **Telha Cerâmica. Determinação da massa e da absorção de água: método de ensaio**. NBR 8947. Rio de Janeiro, 1985.

_____ **Telha Cerâmica. Verificação da Impermeabilidade: método de ensaio**. NBR 8948. Rio de Janeiro, 1985.

_____ **Telha cerâmica. Determinação da carga de ruptura à flexão: método de ensaio**. NBR 9602. Rio de Janeiro, 1986.

_____ **Telha cerâmica. Determinação da carga de ruptura à flexão: método de ensaio**. NBR 6462. Rio de Janeiro, 1987.

_____ **Sistemas de gestão da qualidade: requisitos**. NBR ISO 9001. Rio de Janeiro, 1994.

_____ **Conformidade, qualidade e ensaios de telhas cerâmicas**. NBR 13.582. Rio de Janeiro, 1997.

-
- _____. **Conformidade, qualidade e ensaios de telhas cerâmicas**. NBR 13.818. Rio de Janeiro, 1997
- _____. **Sistemas de gestão da qualidade: fundamentos e vocabulário**. NBR ISO 9000. Rio de Janeiro, 2000.
- _____. **Sistemas de gestão da qualidade: requisitos**. NBR ISO 9001. Rio de Janeiro, 2000.
- BAUER, L.A.F. **Materiais de construção**, 5 ed. Rio de Janeiro, LTC. Livros Técnicos e Científicos, 1994. 935p.
- BONFANTI MÁQUINAS LTDA. **Catálogo de equipamentos**. Itu, 2003.
- BORRONI, M.; CHIARA, A.D.; CHIARA, G. D. **Curso de formação para profissionais da indústria de cerâmica vermelha: a tecnologia do processo de produção na indústria de cerâmica vermelha**. Org. Instituto Italiano para o Comércio Exterior e pela: Associazione Costruttori Italiani Macchine Attrezzature per Cerâmica (ACIMAC). Florianópolis, ACIMAC, 2000. 206 p. /Apostila/
- BUSTAMANTE, G.M. ; BRESSANI, J. C. A indústria cerâmica brasileira. **Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 5, n. 3, p. 31-36, maio/jun, 2000.
- CARVALHO, C.M. ; GIARDULHO, P. **O gerenciamento da qualidade nas indústrias cerâmicas**. São Paulo, Associação Brasileira de Cerâmica, 1992. 34 p.
- CENTRO CERÂMICO DO BRASIL. **Crítérios do Check List para avaliação de telhas cerâmicas**, São Paulo, 2001.
- _____. **Ensaio laboratoriais**. São Paulo, 2003.
- CHIARA, G.D.; BORRONI, M. ; CHIARA, A.D. **Curso de formação para profissionais da indústria de cerâmica vermelha: a tecnologia do processo de produção na indústria de cerâmica vermelha**. Org. pelo ICE: Instituto Italiano para o Comércio exterior e pela ACIMAC: Associazione Costruttori Italiani Macchine Attrezzature Per Cerâmica. Florianópolis, ACIMAC, 2000. 206 p. /Apostila/
- DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução da administração**. Trad. de Clave Comunicação e Recursos Humanos. Rio de Janeiro, Marques/Saraiva, 1990.
- DE TOMI, G. Diagnóstico e ações para aprimorar as atividades de mineração de matérias-primas para indústria cerâmica. **Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 5, n. 6, p. 34-36, nov./dez, 2000.
- DURÃES, RF. **Como iniciar uma indústria cerâmica**. 2. ed. Rio de Janeiro, CNI/DAMPI, 1978.63 p.
- FACINCANI, E. **Cerâmica Estrutural**. Trad. Jaime Pedrassani. São Paulo, Faenza Editrice do Brasil, 2002.

-
- GIBERTONI, C. **Cerâmica estrutural vermelha**. São Paulo, CCB, 2001.
- INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de procedimentos para a indústria de cerâmica vermelha (estrutural)**. Relatório n. 24422. São Paulo, 1986. 186 p.
- IOSHIMOTO, E; THOMAZ, E. **Materiais cerâmicos para construção civil**. São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, [19--].102 p./Apostila/
- ISHIKAWA, K. **TQC Total quality control: estratégia e administração da qualidade**. Trad. por Mário Nishimura, São Paulo, IMC, 1986.
- JURAN, J.M.; GRZYNA, F.M. **Juran's quality control. Handbook**. 4.ed. New York, McGraw-Hill, 1988.
- JURAN, J.M. Juran planejamento para a qualidade. Trad. João Mário Csillaz; Cláudio Csillaz. São Paulo: Pioneira, 1990.
- JURAN, J.M.; GRZYNA, F.M. **Controle da qualidade: conceitos, políticas e filosofia da qualidade**. Coord.da trad. Maria Cláudia de Oliveira Santos, São Paulo, Makron, McGraw-Hill, 1991. v.1.
- LATTES, G. Em busca da produtividade. **Revista Mundo Cerâmico**, São Paulo, ano II, n. 12-A, 1994.
- LOSSO, I.R.E; ARAÚJO, H.N. Comparação entre custos de alvenarias de blocos cerâmicos comercializados. In: **Anais do 5th International Seminar on Structural Masonry for Developing Countries**. Florianópolis: 1994.
- MÁS, E. **Diagnóstico das matérias primas e metodologia da extração das matérias-primas**. Qualidade e tecnologia em cerâmica vermelha. São Paulo, Pólo Produções, 2002. 3 v.
- MINERAIS DO PARANÁ. **O setor da cerâmica vermelha no Paraná**. Curitiba: IPARDES. 1997
- MITIDIERI FILHO, CV.; IOSHIMOTO, E. **Controle de qualidade de telhas e blocos cerâmicos**. São Paulo, IPT, 1995. 6p. Texto publicado na revista A Construção SP, São Paulo, n. 1996, maio 1986. (Série comunicação técnica).
- NIZZOLA, D. L. A moldagem e sua influência nas sucessivas fases do processo de fabricação. **Cerâmica**, São Paulo, v. 31, n. 190, p.207–17, nov, 1985.
- NORTON, F H. **Introdução à tecnologia cerâmica**. Reading Massachusetts, Addison Wesley Publishing Company, Inc. 1973. 324p
- OLIVEIRA, H.A. **Ciclo produtivo**. São Bernardo do Campo: SENAI Mário Amato. Disponível em <http://www.ploceramico.com.br//senai.html>. Acesso em 30 de junho. 2002.

-
- OLIVEIRA, S. T. **Ferramentas para o aprimoramento da qualidade**. São Paulo, Pioneira, 1995. 115p.
- OLIVEIRA, S.M. **Avaliação dos blocos e tijolos cerâmicos do Estado de Santa Catarina**. 1993. 136 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- PALADINI, E.P. **Gestão da qualidade no processo: a qualidade na produção de bens e serviços**. São Paulo, Atlas, 1995. 386 p.
- PATIRE NETO, A. **Curso básico de cerâmica** São Paulo, Associação Brasileira de Cerâmica e Escola SENAI Mário Amato, 1994. 43 p.
- _____. **Operação de secadores e fornos para cerâmica vermelha**. São Paulo, Associação Brasileira de Cerâmica e Escola SENAI Mário Amato, 1993. 65 p.
- PEDRASSANI, J. **Cerâmica estrutural**. São Paulo, Faenza Editrice do Brasil, 2002.
- PETRUCCI, E G R. **Materiais de construção**. 4 ed. Porto Alegre, Globo, 1979. 435 p.
- PICCHI, F.A. **Sistema de qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1993. 462 p.
- PIZZETTI, J. **O uso do benchmarking para o diagnóstico setorial: o caso da cerâmica vermelha estrutural do sul de Santa Catarina referida a Portugal**. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- PRACIDELLI, S. **Curso de tecnologia de cerâmica estrutural/vermelha**. (19--). 77 p.
- PRACIDELLI, S.; MELCHIADES, F.G. Importância da composição granulométrica de massas para a cerâmica vermelha. **Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 2, n. 01-02, p. 31-35, jan/abr. 1997.
- QUALIHAB. **Regras específicas para qualificação ou certificação de telhas cerâmicas**, 1996.
- REED, J.S. **Principles of Ceramics Processing**. John Wiley & Sons. 2. ed., 1994.
- RODRIGUES, M.M.B. **Proposta de modelo de qualificação evolutiva para empresa fabricantes de bloco e telhas cerâmica vermelha (Estado de Santa Catarina)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2002.
- RUSSO, V. **Curso de processos de secagem e queima na indústria cerâmica vermelha**. São Paulo: Associação Brasileira de Cerâmica. (19--). 53 p.
- SANTOS, P.S. **Tecnologia de Argilas**. São Paulo, Edgard Blücher, 1975. p 393-405.

-
- _____. **Ciência e tecnologia das argilas**. 2. ed. São Paulo, Edgard Blücher. 1992.
- SENAI. SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Tecnologia da Cerâmica**: produtos de cerâmica vermelha. 1999
- SOUZA, P.E.C., CHRISTOFOLETTI, S.R., MORENO, M.M.T., CARVALHO, S.G. Proposta de controle da matéria prima mineral utilizada na indústria de revestimento cerâmico. **Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 5, n.1, p. 51-54, jan/fev. 2000.
- SOUZA, R.A. **Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistema de gestão de qualidade em empresas e suas partes**. São Paulo Tese (Doutorado), 1997.
- TAPIA, R.S.E.C, VILLAR, S.C., HENRIQUE JR., M.F., RODRIGUES, J.A.P., FERREIRA JR., J. A. **Manual para a Indústria de cerâmica vermelha**. Rio de Janeiro: SEBRAE/RJ, 2000.92 p. (Série uso eficiente de energia).
- VAN VLACK, L.H. **Propriedades dos materiais cerâmicos**. São Paulo, Edgar Blücher, 1973. 318p.
- VERÇOSA, E.J. **Materiais de construção**. Porto Alegre, PUC.EMMA.1975.
- VILLAR, V.S. **Perfil e perspectivas da indústria de cerâmica vermelha do sul de Santa Catarina**. 1988. 133 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção de Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.