INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES

Autarquia associada à Universidade de São Paulo

**Desenvolvimento de modelo de gestão da qualidade de produto e
processo produtivo de placas cerâmicas**

DOUGLAS DIAS TRIANA VARGAS

**Tese apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do Grau de
Doutor em Ciências na Área de
Tecnologia Nuclear – Materiais.**

**Orientador:
Dr. Cláudio Rodrigues**

São Paulo

2007

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES

Autarquia associada à Universidade de São Paulo

**Desenvolvimento de modelo de gestão da qualidade de produto e processo
produtivo de placas cerâmicas**

Versão corrigida

Versão Original Disponível no IPEN

DOUGLAS DIAS TRIANA VARGAS

**Tese apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do Grau de
Doutor em Ciências na Área de
Tecnologia Nuclear – Materiais.**

**Orientador:
Dr. Cláudio Rodrigues**

São Paulo

2007

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte

Como citar:

VARGAS, D. D. T. ***Desenvolvimento de modelo de gestão da qualidade de produto e processo produtivo de placas cerâmicas***. 2007. 165 p. Tese (Doutorado em Tecnologia Nuclear), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN-CNEN/SP, São Paulo. Disponível em: (data de consulta no formato: dd/mm/aaaa)

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de geração automática da Biblioteca IPEN/USP,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Vargas, Douglas Dias T Desenvolvimento de modelo de gestão da
qualidade de produto e processo produtivo de placas cerâmicas /
Douglas Dias Triana Vargas; orientador Cláudio Rodrigues. --
São Paulo, 2007.
165 p.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia
Nuclear (Aplicações) -- Instituto de Pesquisas Energéticas e
Nucleares, São Paulo, 2007.

1. Qualidade. 2. Gestão. 3. Placa Cerâmica. 4. Modelo. I.
Rodrigues, Cláudio, orient. II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: Douglas Dias Triana Vargas

Título: Desenvolvimento de modelo de gestão da qualidade de produto e processo produtivo de placas cerâmicas

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Tecnologia Nuclear da Universidade de São Paulo para a
obtenção do título de Doutor em Ciências;

Trabalho Aprovado. São Paulo, 20 de setembro de 2007

Banca Examinadora

Dr. Claudio Rodrigues (orientador)
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-CNEN/SP)

Prof. Dr. José Carlos Bressiani
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-CNEN/SP)

Prof. Dr. Milton de Abreu Campanario
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São
Paulo (FEA- USP)

Prof. Dr. Orestes Estevam Alarcon
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Dr. José Octávio Armani Paschoal
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-CNEN/SP)

*Dedico este trabalho à minha esposa Maria Elisa e
aos meus dois filhos Glautom e Glauber que, com
amor e carinho, sempre estiveram a meu lado
compartilhando os momentos vividos.*

Agradecimentos

Tenho uma profunda gratidão por todas as pessoas, instituições e empresas que contribuíram decisivamente para que este trabalho viesse a ser concretizado. Em especial, agradeço ao presidente do Centro Cerâmico do Brasil, Dr. José Octávio Armani Paschoal que me estimulou e me fez acreditar ser possível realizar este trabalho. Quero agradecer, também, à Ana Paula M. Menegazzo, à Ariane Mainetti Vikonis, ao Eduardo Quinteiro, à Luciana Roman, à Maria Teresa Perez Acevedo pelas sugestões e contribuições e, a todos os profissionais do CCB, pelo apoio que sempre me prestaram.

Ao Dr. Cláudio Rodrigues, pela compreensão e tempo dedicado no apoio para a realização deste trabalho.

Ao Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares e, à Comissão de Pós Graduação, pela oportunidade de desenvolver este trabalho e de me aprimorar profissionalmente.

À Aldenice Alves Batista Teixeira e à Helena de Oliveira Stephano, pela colaboração em vários momentos.

À minha prima Dra. Márcia Dias Teixeira de Carvalho, pelo exemplo, incentivo e contribuição na preparação final deste trabalho.

Às empresas fabricantes de placas cerâmicas que participaram e permitiram a realização deste trabalho.

Aos meus familiares que têm me apoiado em todos os momentos da minha vida.

E a todos os meus professores que contribuíram com a minha formação e me ensinaram a dar valor ao aprendizado.

RESUMO

VARGAS, Douglas D. T. **Desenvolvimento de modelo de gestão da qualidade de produto e processo produtivo de placas cerâmicas**. 2007. 165 p. Tese (Doutorado em Tecnologia Nuclear), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN-CNEN/SP, São Paulo.

A placa cerâmica é um material que faz parte da cadeia produtiva da construção civil destinada a revestir pisos e paredes de ambientes residenciais, comerciais e industriais. A indústria brasileira de placas cerâmicas destaca-se no cenário nacional e internacional, e em 2006 foi a terceira maior produtora mundial. As empresas brasileiras investem continuamente na modernização do parque industrial, no aumento da produtividade, na fabricação de novos modelos, na diversificação de tamanhos e na melhoria da qualidade buscando satisfazer as exigências do consumidor. A disputa pelo mercado fez com as empresas adotassem diferentes estratégias para conquistar o consumidor. De um modo geral, as empresas que utilizam o processo de moagem via úmida adotaram a estratégia de diferenciação do produto e as empresas que utilizam a moagem via seca a estratégia baseada em custos. De acordo com o Código de Defesa do Consumidor as placas cerâmicas devem atender a norma técnica NBR 13818 de 1997, editada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que estabelece as especificações que o produto deve cumprir. No presente trabalho foi desenvolvido uma proposta de modelo gestão da qualidade para a indústria cerâmica constituída dos principais requisitos que interferem na qualidade do processo de fabricação e do produto que contribua para o atendimento das especificações da norma técnica. Foi realizada uma avaliação preliminar da qualidade de placas cerâmicas fabricadas no Brasil para determinar o grau de conformidade em relação à norma técnica NBR 13818:1997. O modelo de gestão foi aplicado em empresas fabricantes de placas cerâmicas para avaliar as práticas

de gestão da qualidade, identificar oportunidades para a melhoria e verificar os resultados na qualidade do produto. Verificou-se que a implantação do modelo de gestão contribuiu para que as empresas fabricantes de placas cerâmicas aperfeiçoassem os controles internos nas matérias-primas e processos produtivos, padronizassem a execução das atividades de fabricação e melhorassem o treinamento do pessoal.

Palavras Chave: Qualidade, Gestão, Placa Cerâmica, Modelo.

ABSTRACT

VARGAS, Douglas D. T. **Development of a quality management model of product and productive processo f ceramic tiles.** 2007. 165 p. Tese (Doutorado em Tecnologia Nuclear), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN-CNEN/SP, São Paulo.

The ceramic tile is a material that is part of the productive chain of the civil construction destined to cover floor and walls of residential environments, commercial and industrial. The Brazilian industry of ceramic tiles is distinguished in the national and international scene, and in 2006, it was the third largest worldwide producer. The Brazilian companies invest continuously in the modernization of the industrial park, in the increase of the productivity, the manufacture of new models, the diversification of sizes and the improvement of the quality searching to satisfy the requirements of the consumer. The dispute for the market made with the companies adopted different strategies to conquer the consumer. In a general way, the companies that use the milling water process adopted the strategy of differentiation of the product and the companies that use the milling dry process adopted the strategy based on costs. In accordance with the Code of Defense of the Consumer, the ceramic tiles must take care of the technical standard NBR 13818:1997, edited for the Brazilian Association of Technical Standards (ABNT), which establish the specifications that the product must fulfill. In the present work it was developed a model proposal management of the quality for the consisting ceramic industry of the main requirements that intervene with the quality of the manufacture process and the product that contributes for the attendance of the specifications of the technical standard. A preliminary evaluation of the quality of ceramic tiles manufactured in Brazil was carried through to determine the degree of conformity in relation to the norm Brazilian technique NBR 13818. The management model was applied in

companies that produce ceramic tiles to evaluate the practices of the quality management, to identify opportunities of improvement and to verify the results in the product quality. It was verified that the implantation of the management model contributed with the companies that produces ceramic tiles to improve the internal controls in raw materials and in productive processes, standardized the execution of the activities of manufacture and improved the training of the employees.

Keywords: Quality, Management, Ceramic Plate, Model.

SUMÁRIO

		Página
1	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	Placas cerâmicas.....	17
1.2	Conceitos sobre Qualidade.....	18
1.3	A qualidade das placas cerâmicas no Brasil.....	25
1.4	Certificação da Qualidade.....	28
1.5	O problema.....	29
1.6	Requisitos para a gestão da qualidade de placas cerâmicas.....	31
2	OBJETIVOS.....	34
3	REVISÃO DA LITERATURA.....	35
3.1	A cerâmica.....	35
3.2	A indústria de placas cerâmicas no Brasil	36
3.3	A produção de placas cerâmicas no Brasil	42
3.4	Processo de fabricação das placas cerâmicas	48
3.4.1	Matérias primas utilizadas na fabricação da massa da base da placa cerâmica.....	49
3.4.2	Preparação da massa para a base da placa cerâmica.....	52
3.4.2.1	Processo de fabricação via úmida	52
3.4.2.2	Processo de fabricação via seca	53
3.4.3	Matérias primas utilizadas na fabricação do esmalte cerâmico.....	55
3.4.4	Preparação do esmalte cerâmico.....	56
3.4.5	A fabricação da placa cerâmica.....	57
3.4.5.1	Processo de conformação da placa cerâmica.....	57
3.4.5.2	Processo de Secagem.....	59
3.4.5.3	Processo de Esmaltação e Decoração.....	59
3.4.5.4	Processo de Queima.....	60
3.4.5.5	Processo de classificação e embalagem.....	61
3.5	Normas Técnicas para caracterização de placas cerâmicas.....	62

3.5.1	Normas Técnicas mundiais de placas cerâmicas.....	62
3.5.2	Normas Técnicas de placas cerâmicas na Comunidade Europeia.....	63
3.5.3	Classificação do desempenho de placas cerâmicas na França.....	63
3.5.4	Normas técnicas de placas cerâmicas nos Estados Unidos da América.....	64
3.5.5	Normas técnicas de placas cerâmicas na Arábia Saudita...	64
3.5.6	Normas técnicas de placas cerâmicas no Brasil.....	64
3.5.7	Terminologia e Classificação de acordo com a norma brasileira.....	65
3.6	Cor da Massa.....	70
4	METODOLOGIA.....	72
4.1	Amostragem e métodos de ensaio para a avaliação da placa cerâmica.....	72
4.2	Desenvolvimento do modelo de gestão.....	74
4.3	Seleção de empresas participantes da avaliação da gestão da qualidade.....	85
4.4	Implantação do Modelo de Gestão.....	86
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	90
5.1	Avaliação da qualidade das placas cerâmicas.....	90
5.1.1	Determinação da absorção de água.....	90
5.1.2	Determinação da carga de ruptura.....	92
5.1.3	Determinação da resistência à abrasão superficial.....	94
5.1.4	Determinação da resistência à abrasão profunda.....	95
5.1.5	Determinação da resistência ao gretamento.....	96
5.1.6	Determinação da resistência ao manchamento.....	97
5.1.7	Determinação da resistência ao ataque químico.....	98
5.1.8	Determinação da expansão por umidade.....	99
5.1.9	Determinação das dimensões.....	100
5.2	Aplicação do modelo.....	102
5.2.1	Primeira etapa: Definição da equipe de implantação.....	102
5.2.2	Segunda etapa: Avaliação inicial.....	103

5.2.3	Terceira etapa: Identificação da implantação dos requisitos da gestão da qualidade.....	104
5.2.4	Quarta etapa: Implantação dos requisitos previstos no modelo de gestão.....	117
5.2.5	Quinta etapa: Verificação da implantação.....	118
5.2.6	Sexta etapa: Análise dos resultados da implantação.....	118
5.2.6.1	Índice final de implantação do modelo de gestão da qualidade.....	118
5.2.6.2	Avaliação das placas cerâmicas após aplicação do modelo.....	121
5.3	Análise crítica do modelo.....	123
5.3.1	Estudo da melhoria da qualidade pelo uso de um equipamento mais moderno.....	125
5.3.2	Estudo de Caso da norma técnica de porcelanato no Brasil.....	128
6	CONCLUSÕES.....	132
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	134
	APÊNDICE A - “Roteiro para Avaliação de Empresas Fabricantes de Placas Cerâmicas” – Avaliação inicial.....	145
	APÊNDICE B - “Roteiro para Avaliação de Empresas Fabricantes de Placas Cerâmicas” – Avaliação final.....	153
	APÊNDICE C - Principais requisitos da norma técnica brasileira NBR 15463:2007- Placas cerâmicas para revestimento - Porcelanato.	161

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1.1 Requisitos da norma NBR ISO 9001:2000.....	22
TABELA 1.2 Resultados da avaliação de placas cerâmicas pelo Inmetro.....	26
TABELA 1.3 Resultados da avaliação de placas cerâmicas apresentado no Qualicer 2004.....	27
TABELA 3.1 Localização das empresas de placas cerâmicas no Brasil por estado.....	42
TABELA 3.2 Participação do Estado de São Paulo na produção de placas cerâmicas no Brasil.....	44
TABELA 3.3 Maiores produtores mundiais de placas cerâmicas em 2005.....	44
TABELA 3.4 Maiores exportadores de placas cerâmicas em 2005.....	45
TABELA 3.5 Maiores produtores mundiais de placas cerâmicas em 2006.....	45
TABELA 3.6 Maiores exportadores de placas cerâmicas em 2005.....	45
TABELA 3.7 Produção e vendas de placas cerâmicas no mercado interno brasileiro de 2000 a 2006.....	46
TABELA 3.8 Vendas no mercado interno e importações de placas cerâmicas no Brasil de 2002 a 2006.....	47
TABELA 3.9 Exemplo de técnicas de controles das propriedades das matérias-primas.....	51
TABELA 3.10 Exemplo de ensaios em corpos-de-prova preparados em laboratório.....	51
TABELA 3.11 Exemplo de controles na preparação da massa por moagem via úmida.....	53
TABELA 3.12 Exemplo de controles na preparação da massa por moagem via seca.....	55

TABELA 3.13	Exemplo de controles nos esmaltes.....	56
TABELA 3.14	Exemplo de controles nos corantes.....	56
TABELA 3.15	Exemplo de controles na preparação do esmalte cerâmico.....	57
TABELA 3.16	Exemplo de controles na prensagem.....	58
TABELA 3.17	Exemplo de controles na secagem.....	59
TABELA 3.18	Exemplo de controles na esmaltação.....	60
TABELA 3.19	Exemplo de controles na decoração.....	60
TABELA 3.20	Exemplo de controles na queima.....	61
TABELA 3.21	Correspondência entre as Normas Técnicas de Placas Cerâmicas.....	65
TABELA 3.22	Classificação por grupos de absorção de água e métodos de conformação.....	66
TABELA 3.23	Classificação segundo a absorção de água e resistência mecânica.....	67
TABELA 3.24	Classificação da resistência à abrasão superficial para produtos esmaltados.....	68
TABELA 3.25	Classificação da resistência à abrasão profunda para produtos não esmaltados.....	68
TABELA 3.26	Classificação da resistência ao ataque químico para produtos esmaltados.....	69
TABELA 3.27	Classificação da resistência ao ataque químico para produtos não esmaltados.....	69
TABELA 3.28	Classificação da resistência ao manchamento ou classes de limpabilidade.....	70
TABELA 3.29	Classificação quanto ao escorregamento.....	70
TABELA 3.30	Cor da base ou corpo das placas cerâmicas esmaltadas.....	71
TABELA 4.1	Empresas avaliadas por tipo de processo de produção da massa.....	72
TABELA 4.2	Tipologias de placas cerâmicas avaliadas.....	73
TABELA 4.3	Ensaio para caracterização das placas.....	73

TABELA 4.4	Controles de recebimento das matérias-primas argilosas.....	76
TABELA 4.5	Controles de recebimento das matérias-primas não argilosas.....	76
TABELA 4.6	Controles no recebimento das matérias-primas utilizadas nos esmaltes e corantes.....	77
TABELA 4.7	Controles no recebimento dos materiais que não se incorporam ao produto.....	78
TABELA 4.8	Exemplo de normas técnicas de acordo com os mercados das placas cerâmicas.....	83
TABELA 4.9	Codificação das empresas estudadas.....	86
TABELA 4.10	Método de cálculo do índice de implantação do modelo de gestão da qualidade.....	88
TABELA 5.1	Resultados obtidos na avaliação das placas cerâmicas.....	102
TABELA 5.2	Índice de implantação do modelo de gestão da qualidade na avaliação inicial.....	104
TABELA 5.3	Informações gerais sobre as empresas.....	105
TABELA 5.4	Índice de implantação do modelo de gestão da qualidade na avaliação final.....	119
TABELA 5.5	Resultados obtidos na avaliação das placas cerâmicas após a aplicação do modelo de gestão....	121
TABELA 5.6	Resultados da avaliação das placas cerâmicas em 2004 e 2007.....	123
TABELA 5.7	Propriedades físicas do porcelanato na norma NBR 13818:1997.....	162
TABELA 5.8	Propriedades físicas do porcelanato na nova norma NBR 15463:2007.....	162
TABELA 5.9	Propriedades geométricas e visuais do porcelanato na norma NBR 13818:1997.....	162
TABELA 5.10	Propriedades geométricas e visuais do porcelanato na nova norma NBR 15463:2007.....	164

TABELA 5.11	Propriedades químicas do porcelanato na norma	
	NBR 13818:1997.....	164
TABELA 5.12	Propriedades químicas do porcelanato na nova	
	norma NBR 15463:2007.....	165

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 3.1	Placa cerâmica não esmaltada - Uma camada..... 48
FIGURA 3.2	Placa cerâmica esmaltada – Duas camadas..... 49
FIGURA 5.1	Distribuição percentual das amostras por grupos de absorção na determinação da absorção de água..... 90
FIGURA 5.2	Porcentagem de amostras conformes e não conformes no ensaio de absorção de água do grupo BIIb..... 91
FIGURA 5.3	Porcentagem de amostras conformes e não conformes no ensaio de absorção de água dos produtos do grupo BIIa..... 91
FIGURA 5.4	Resultado do ensaio de carga de ruptura de amostras de placas cerâmicas com espessura igual ou maior que 7,5 mm..... 93
FIGURA 5.5	Resultado do ensaio de carga de ruptura de amostras de placas cerâmicas com espessura menor que 7,5 mm..... 93
FIGURA 5.6	Distribuição percentual das amostras por classe de abrasão superficial..... 94
FIGURA 5.7	Resultados da conformidade no ensaio de determinação da abrasão superficial..... 95
FIGURA 5.8	Distribuição percentual das amostras por grupos de absorção na determinação do gretamento..... 96
FIGURA 5.9	Porcentagem de amostras conformes e não conformes no ensaio de gretamento do grupo BIIb.. 96
FIGURA 5.10	Porcentagem de amostras conformes e não conformes no ensaio de gretamento do grupo BIIa.. 97
FIGURA 5.11	Distribuição percentual das amostras por grupos de absorção na determinação do manchamento..... 97

FIGURA 5.12	Distribuição percentual das amostras por grupos de absorção na determinação do ataque químico....	98
FIGURA 5.13	Porcentagem de amostras conformes e não conformes no ensaio de ataque químico do grupo Bla.....	98
FIGURA 5.14	Porcentagem de amostras conformes e não conformes no ensaio de ataque químico do grupo BIlb.....	99
FIGURA 5.15	Porcentagem de amostras conformes e não conformes no ensaio de ataque químico do grupo BIII.....	99
FIGURA 5.16	Resultado do ensaio de expansão por umidade de amostras de placas cerâmicas.....	100
FIGURA 5.17	Resultado da avaliação das características dimensionais de amostras de placas cerâmicas.....	101
FIGURA 5.18	Percentual dos requisitos implantados no item das informações gerais da empresa.....	106
FIGURA 5.19	Percentual dos requisitos implantados no item das condições gerais do recebimento.....	107
FIGURA 5.20	Percentual dos requisitos implantados no item do recebimento das matérias-primas que se incorporam ao produto.....	108
FIGURA 5.21	Percentual dos requisitos implantados no item do recebimento das matérias-primas que não se incorporam ao produto.....	109
FIGURA 5.22	Percentual dos requisitos implantados no item instalações das fábricas.....	110
FIGURA 5.23	Percentual dos requisitos implantados no item preparação da massa.....	111
FIGURA 5.24	Percentual dos requisitos implantados no item preparação do esmalte.....	111

FIGURA 5.25	Percentual dos requisitos implantados no item do processo de fabricação (prensagem, secagem, esmaltação, queima, classificação e embalagem)....	112
FIGURA 5.26	Percentual dos requisitos implantados no item das condições gerais do controle de qualidade.....	113
FIGURA 5.27	Percentual dos requisitos implantados no item do controle do produto acabado.....	114
FIGURA 5.28	Percentual dos requisitos implantados no item do armazenamento dos produtos acabados.....	115
FIGURA 5.29	Percentual dos requisitos implantados no item reclamação de clientes.....	116
FIGURA 5.30	Percentual dos requisitos implantados no item de gestão da qualidade.....	117
FIGURA 5.31	Evolução do índice de implantação do modelo na empresa I.....	120
FIGURA 5.32	Evolução do índice de implantação do modelo na empresa II.....	120
FIGURA 5.33	Evolução do índice de implantação do modelo na empresa III.....	120
FIGURA 5.34	Evolução do índice de implantação do modelo na empresa IV.....	121
FIGURA 5.35	Forças que atuam para a melhoria contínua da qualidade da placa cerâmica.....	125
FIGURA 5.36	Gráfico com os resultados de medições da espessura na prensa antiga.....	127
FIGURA 5.37	Gráfico com os resultados de medições da espessura na prensa moderna.....	127

1 INTRODUÇÃO

1.1 Placas cerâmicas para revestimento

A placa cerâmica é um material destinado para uso como revestimento de pisos e paredes. Juntamente com os materiais de cerâmica estrutural vermelha (tijolos e telhas), louças, cal e vidro compõem uma das cadeias produtivas da indústria de materiais da construção civil (Gorini e Correa, 1999).

A indústria brasileira de placas cerâmicas tem crescido de forma contínua durante muitos anos, consolidando-se no mercado interno e assumindo um posicionamento destacado no cenário internacional. No período colonial e durante o império, o Brasil importava azulejos de Portugal e, atualmente possui uma indústria nacional com capacidade de suprir o mercado interno e fornecer produtos para outros países.

Em 2006, a indústria brasileira produziu 594,2 milhões de m² de placas cerâmicas e o Brasil se tornou o terceiro maior fabricante mundial, atrás de China e Espanha. No mercado internacional o Brasil se destacou como o quarto maior exportador, atrás de China, Espanha e Itália (ANFACER, 2007).

De acordo com Ferraz, Kupfer & Haguenaue (1996), os fatores que afetam a competitividade são numerosos e ultrapassam o âmbito das empresas, relacionando-se com a estrutura da indústria e do mercado e, com o sistema produtivo como um todo. Segundo Porter (1993), as empresas conseguem e mantêm vantagem competitiva internacional por meio da melhoria, da inovação e do aperfeiçoamento. Além disso, Shumpeter *apud* Porter (1993) ressalta que a competição econômica é dinâmica e está sempre em estado de mudança, a melhoria e a inovação numa indústria são processos que nunca terminam e que vantagens obtidas hoje, logo são superadas ou anuladas.

As empresas precisam se posicionar estrategicamente para enfrentar os desafios de obter e manter vantagens competitivas sobre os seus concorrentes, não apenas no mercado local, mas também no internacional (Porter, 1989). Desta forma, para que a indústria brasileira de placas cerâmicas

continue competitiva, mantendo ou ampliando o seu posicionamento global, com condições de enfrentar os seus concorrentes internacionais é necessário que a qualidade dos produtos fabricados seja considerada de um ponto de vista estratégico pela empresa.

1.2 Conceitos sobre Qualidade

A qualidade pode ser definida como o grau no qual um conjunto de características inerentes ao produto satisfaz as necessidades ou expectativas do cliente (ABNT, *NBR ISO 9000*. 2000). Estas características estão relacionadas com as propriedades do produto como, por exemplo, características mecânicas, elétricas, químicas ou biológicas. Para Juran (1993), a qualidade está relacionada com a satisfação do cliente, com a ausência de falhas e a conformidade às especificações e com a adequação ao uso do produto. A qualidade pode ser ainda, um atributo do produto que o cliente deseja e aceita comprar. De acordo com Porter (1989) os compradores precisam estar dispostos a pagar um preço pelo produto, acima de seu custo de produção, ou uma indústria não sobreviverá no longo prazo.

Na opinião de Slack (1993), produtos com qualidade significam alta satisfação do consumidor e a possibilidade do consumidor adquirir o produto novamente ou indica-lo para outras pessoas. A qualidade é capaz de reforçar a marca de uma empresa, de uma indústria e de um país. Dentro de uma operação, a qualidade reduz os custos de produção e aumenta a confiabilidade do produto. Desta forma, uma placa cerâmica de qualidade custa menos e ao mesmo tempo atende às especificações técnicas, satisfazendo as exigências do cliente.

De acordo com a norma NBR ISO 9000 (ABNT, 2000) o sistema de gestão da qualidade estabelece a política e os objetivos para dirigir e controlar uma organização, no que diz respeito à qualidade. A gestão da qualidade está relacionada com todos os processos produtivos da empresa, desde, a chegada da matéria-prima até a expedição do produto acabado para o cliente. As normas da série NBR ISO 9000 são compostas por cinco normas que se complementam para estabelecer os requisitos de um sistema de gestão da qualidade. (Maranhão, 2001).

A norma NBR ISO 9000 – Fundamentos e Vocabulário – estabelece um ponto de partida para o entendimento das normas e define os termos

fundamentais que são usados.

A norma NBR ISO 9001 – Requisitos – contém os parâmetros a serem utilizados para atender eficazmente os requisitos de clientes e regulamentares aplicáveis e para aumentar a satisfação do cliente.

A norma NBR ISO 9004 – Diretrizes para melhorias de desempenho – fornece diretrizes para a melhoria, medida por meio da satisfação dos clientes e considera a eficácia e a eficiência de um sistema de gestão da qualidade.

O documento ABNT ISO/TR 10013 – Diretrizes para a Documentação do Sistema de Gestão da Qualidade – é um relatório técnico que fornece diretrizes para o desenvolvimento e a manutenção da documentação necessária para assegurar um efetivo sistema de gestão da qualidade, adaptado às necessidades específicas da organização. O uso dessas diretrizes auxilia no estabelecimento de um sistema documentado como requerido pelas normas de sistema de gestão da qualidade.

A norma NBR ISO 19011 – Diretrizes para auditorias de sistemas de gestão da qualidade e gestão ambiental – fornece as diretrizes para verificação da capacidade do sistema em alcançar os objetivos da qualidade e pode ser usada como base para auditoria interna e para auditorias de certificação.

As auditorias são usadas para determinar em que grau os requisitos de um sistema de gestão da qualidade foram atendidos. De acordo com a norma NBR ISO 9000 (ABNT, 2000), a auditoria é um processo sistemático, documentado e independente para obter evidências, por meio de fatos ou informações verificáveis e, avaliar objetivamente a extensão que os requisitos são atendidos.

As normas da série ISO 9000 podem ser consideradas como um ponto de partida, uma vez que fixam as bases para construção de um Sistema de Gestão da Qualidade (Maranhão, 2001).

A necessidade de estabelecer uma terminologia fornece uma base consistente para definir parâmetros objetivos para a padronização. As normas da série ISO 9000 têm por objetivo limitar a variedade de interpretações, fixando termos comuns como referências para negociação de contratos (Maranhão, 2001). As normas NBR ISO 9001 (ABNT, 2000) são baseadas em oito princípios gerais para a gestão da qualidade:

Foco no cliente: a organização deve ter processos específicos para

identificar os requisitos dos clientes, assim como, medir a satisfação do cliente para verificar seu cumprimento.

Liderança: a norma enfatiza o papel de liderança da alta direção na determinação das políticas e práticas englobadas no processo de qualidade da organização. A direção deve assumir uma função ativa na avaliação do desempenho, orientando os esforços de melhoria e fornecendo os recursos necessários para implementar, manter e melhorar continuamente os processos.

Envolvimento das pessoas: a direção deve assegurar que todos os colaboradores tenham consciência de como seu trabalho contribui para o alcance dos objetivos de qualidade da organização. Também determina que a direção forneça treinamento e assegure que os colaboradores tenham a competência necessária para desempenhar suas atividades.

Abordagem de processo: a abordagem de processo reconhece que uma empresa engloba uma série de processos individuais com os resultados de um, frequentemente fornecendo entradas para o próximo processo. Um sistema da qualidade baseado em processos promove a análise da organização, por meio das linhas funcionais e departamentais, procurando identificar a interação entre os processos.

Abordagem sistêmica para a gestão: a abordagem sistêmica implica que a administração forneça recursos e processos capazes para: determinar quais as expectativas dos clientes; traduza essas expectativas em requisitos específicos de produtos e serviços; faça medições a fim de conferir se os clientes estão recebendo o que foi prometido; e adote ações para melhorar continuamente os processos, com base nos dados levantados.

Melhoria contínua: a organização deve utilizar as informações provenientes do sistema de qualidade para implementar melhorias. A norma determina que os esforços de melhoria incluam uma política da qualidade, objetivos da qualidade, análise de medições, ações corretivas e preventivas e a análise crítica pela administração de sua efetividade.

Abordagem factual para a tomada de decisão: este princípio enfatiza a necessidade de levantar e analisar dados sobre os processos de trabalho. Os dados são obtidos de diversas fontes como, por exemplo, medições da satisfação dos clientes, reclamações dos clientes, garantias, devoluções, falhas em ensaios e outras medições dos processos. As decisões devem ser tomadas com base em

fatos, e não com base em opiniões. As medições em andamento fornecem a evidência da eficácia das ações de melhoria.

Benefícios mútuos nas relações com os fornecedores: os relacionamentos da organização com seus fornecedores devem ser desenvolvidos do mesmo modo que a abordagem sistêmica, ou seja, atravessando as barreiras departamentais para a melhoria da qualidade, para assegurar que o cliente receba o que foi prometido. A organização deve compartilhar informações detalhadas sobre a qualidade com seus fornecedores e deve insistir na participação dos fornecedores nas ações de melhoria. A franqueza e a confiança mútua são fundamentais para que ambos prosperem com este tipo de relacionamento.

A norma NBR ISO 9001 (ABNT, 2000) especifica os requisitos (TABELA 1.1) para o sistema de gestão da qualidade de uma organização que precisa demonstrar a sua capacidade para fornecer produtos que atendam os requisitos do cliente e os requisitos regulamentares aplicáveis, e que objetiva aumentar a satisfação do cliente.

TABELA 1.1 – Requisitos da norma NBR ISO 9001:2000

	Requisitos
0 Introdução	0.1 Generalidades 0.2 Abordagem de processo 0.3 Relação com a NBR ISO 9004 0.4 Compatibilidade com outros sistemas de gestão
1 Objetivo	1.1 Generalidades 1.2 Aplicação
2 Referência normativa	-
3 Termos e definições	-
4 Sistema de gestão da qualidade	4.1 Requisitos gerais 4.2 Requisitos de documentação
5 Responsabilidade da Direção	5.1 Comprometimento da direção 5.2 Enfoque no Cliente 5.3 Política da qualidade 5.4 Planejamento 5.5 Responsabilidade, autoridade e comunicação 5.6 Análise crítica pela direção
6 Gestão de recursos	6.1 Provisão de recursos 6.2 Recursos humanos 6.3 Infraestrutura 6.4 Ambiente de trabalho
7 Realização do Produto	7.1 Planejamento da realização do produto 7.2 Processos relacionados a clientes 7.3 Projeto e desenvolvimento 7.4 Aquisição 7.5 Produção e fornecimento de serviço 7.6 Controle de dispositivos de medição e monitoramento
8 Medição Análise e Melhoria	8.1 Medição, análise e melhoria – Generalidades 8.2 Medição e monitoramento 8.3 Controle de produto não-conforme 8.4 Análise de dados 8.5. Melhorias

Fonte: ABNT, NBR ISO 9001. 2000

Uma das indústrias na qual o rigor com o controle do processo é extremamente necessário para assegurar a estabilidade e a qualidade dos produtos é a fabricação de remédios. Para fabricar remédios que atendam aos critérios de qualidade e segurança para o consumidor a indústria de fármacos brasileira deve adotar a metodologia de Boas Práticas de Fabricação (BPF). Esta metodologia corresponde à metodologia da “*Good Manufacturing Practice (GMP)*” do FDA- “*Food and Drug Administration*” implantada nos Estados Unidos desde 1962 para a regulamentação da manufatura de alimentos e produtos médicos (Junod, 2004).

Considerando as recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS) sobre a Certificação de Qualidade de Produtos Farmacêuticos que é objeto do comércio internacional, a indústria de fármacos no Brasil deve realizar suas atividades conforme estabelece a Resolução – RDC nº 210, de 04 de agosto de 2003 do Ministério da Saúde (ANVISA, 2003). Esta resolução determina a todos os estabelecimentos fabricantes de medicamentos, o cumprimento das diretrizes estabelecidas no “Regulamento Técnico das Boas Práticas para a Fabricação de Medicamentos” (ANVISA, 2003).

A metodologia de Boas Práticas de Fabricação (ANVISA, 2003) define elementos básicos para o gerenciamento da qualidade de empresas fabricantes de remédios. Esta metodologia tem como objetivo, garantir a qualidade do produto, baseado no risco potencial inerente a cada item em relação à qualidade e segurança do produto, além da segurança do trabalhador em sua interação com os produtos e processos durante a fabricação. Os elementos básicos do gerenciamento da qualidade descritos na metodologia de Boas Práticas de Fabricação determinam que a empresa tenha:

- uma infraestrutura apropriada ou “sistema de qualidade” englobando a estrutura organizacional, os procedimentos, os processos e os recursos;
- ações sistemáticas e precisas para assegurar que determinado produto, ou serviço, satisfaça as exigências quanto à sua qualidade. A totalidade dessas ações é chamada de Garantia da Qualidade.

Dentro de uma organização, a Garantia da Qualidade serve como ferramenta de gerenciamento e tem por objetivo garantir que os medicamentos estejam de acordo com os padrões de qualidade exigidos. O fabricante é responsável pela qualidade dos medicamentos por ele fabricados, assegurando que estes são adequados para os fins aos quais se destinam, cumprem com os requisitos estabelecidos em seu registro e não colocam os pacientes em risco por apresentar segurança, qualidade ou eficácia inadequada.

As Boas Práticas de Fabricação (ANVISA, 2003) determinam as práticas para assegurar que os produtos são produzidos e controlados, de acordo com padrões de qualidade apropriados para o uso pretendido e, requerido pelo registro dos medicamentos.

Esta metodologia de Boas Práticas de Fabricação (ANVISA, 2003) é destinada para a indústria de medicamentos e deve ser adotada, compulsoriamente, pelos fabricantes brasileiros. É adotada, também, de forma compulsória pela indústria de alimentos, conforme estabelece a Resolução – RDC nº 275, de 21 de Outubro de 2002, do Ministério da Saúde (ANVISA, 2003), pois está ligada, diretamente, à saúde do consumidor.

A gestão da qualidade total ou “*total quality management*” (TQM), envolve o conceito de que a qualidade não é responsabilidade apenas de um departamento da empresa, mas é uma função de todas as áreas. Desta forma, é necessário que a empresa tenha um sistema efetivo para desenvolver, manter e melhorar a qualidade, satisfazendo o consumidor. (Feigenbaum, 1994).

De acordo com Deming (1990), a qualidade é uma atividade estratégica e começa na alta administração da empresa. Para melhorar a qualidade e aumentar a produtividade de uma empresa, a variabilidade do processo deve diminuir.

Segundo Shiba (1997), o conceito de qualidade tem se desenvolvido de modo evolutivo ao longo dos anos e o controle de qualidade tem feito parte da indústria nos Estados Unidos e na Europa por mais de cem anos. No início deste processo, a qualidade não era observada ou mensurada. Os produtos eram fabricados, expedidos e se os clientes quisessem, devolviam os produtos defeituosos. A evolução do conceito de qualidade, que ocorreu no Japão, seguiu quatro adequações ou níveis de qualidade: adequação ao padrão, adequação ao uso, adequação ao custo e adequação à necessidade latente.

Primeiro: a adequação ao padrão avalia se o produto está sendo fabricado de acordo com o que está descrito nos manuais e se está adequado aos padrões estabelecidos.

Segundo: a adequação ao uso verifica se o produto satisfaz as necessidades do mercado e se os clientes podem utilizá-lo da maneira como querem.

Terceiro: a adequação ao custo significa reduzir o custo e manter a alta qualidade do produto. A variabilidade do processo deve ser reduzida para que todos os produtos fabricados estejam dentro dos limites estabelecidos e não haja desperdícios.

Quarto: a adequação à necessidade latente significa satisfazer as necessidades dos clientes antes que estejam conscientes delas. As empresas precisam inovar e evoluir de uma forma mais rápida que seus clientes.

Juran (1993) estabeleceu uma trilogia especificando que a qualidade deve ser planejada, controlada e melhorada para garantir que os resultados sejam atingidos. Para Juran (1993), a função da qualidade envolve um conjunto de atividades, que tem como objetivo, fazer com que o produto fabricado seja adequado ao uso, independentemente de qual área da empresa esteja envolvida na realização das atividades.

Os custos e benefícios econômicos resultantes da implementação da gestão da qualidade foram destacados por Crosby (1994), no conceito do “zero defeito”, considerando que o custo da não qualidade deve ser conhecido, controlado e pode ser reduzido. Segundo ele, deve ser dado maior enfoque à prevenção do que à inspeção e que os produtos devem ser feitos em conformidade com as exigências dos consumidores.

1.3 A qualidade das placas cerâmicas no Brasil

A placa cerâmica é um dos elementos utilizados como material de acabamento superficial na indústria da construção civil, em virtude de suas características estéticas, a resistência e a durabilidade (ANFACER, 2007). Para satisfazer as necessidades da indústria da construção civil e do consumidor final, a placa cerâmica precisa ter qualidade e diversas ações têm sido feitas pela indústria e por órgãos governamentais para acompanhar a qualidade no Brasil.

O Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro) é um órgão do governo federal responsável pela qualidade dos produtos no Brasil (Inmetro, 2007). O Inmetro possui um programa de análise da qualidade de produtos, desde o ano de 1996, voltado para dar informações sobre a qualidade de produtos consumidos no Brasil. Este programa visa induzir o processo de melhoria contínua da qualidade e contribuir para o aumento da competitividade da indústria nacional. Em 01 de novembro 1998, o Inmetro divulgou no programa Fantástico, da Rede Globo de Televisão, os resultados de uma avaliação da qualidade das placas cerâmicas brasileiras que foram fabricadas naquela época (Inmetro, 2007).

Na avaliação feita em 1998, foram selecionadas 24 marcas de placas cerâmicas fabricadas em seis estados: Ceará, Pernambuco, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina e Goiás. Os ensaios foram feitos de acordo com a norma técnica brasileira NBR 13818:1997 pelo Laboratório de Produtos Acabados do Centro de Tecnologia em Cerâmica – CTC, localizado em Criciúma, Santa Catarina.

As placas cerâmicas avaliadas pertenciam aos grupos BIIa, BIIb, e BIII, tinham superfície esmaltada, dimensões de 20 por 30 cm e 30 por 30 cm e classe de qualidade extra. Os resultados obtidos na avaliação são apresentados na Tabela 1.2. Duas marcas apresentaram não conformidades em todos os grupos de ensaios analisados e duas estavam em desacordo em três grupos. Três marcas apresentaram não conformidades em apenas um dos grupos de ensaios que verificam as características do produto.

TABELA 1.2 – Resultados da avaliação de placas cerâmicas pelo Inmetro

Ensaio	Marcas analisadas	Marcas conformes	Marcas não conformes
Características Geométricas Dimensões	24	19	05
Absorção de Água	24	24	00
Módulo de Resistência à Flexão e Carga de Ruptura	24	20	04
Expansão por Umidade	24	24	00
Resistência ao Gretamento	24	21	03
Resistência ao Manchamento e ao Ataque Químico	24	20	04

Fonte: Inmetro, 1998

Um outro estudo avaliando a qualidade das placas cerâmicas brasileiras, foi apresentado no VIII "*Congresso Mundial de La Calidad del Azulejo y del Pavimento Cerâmico*" – Qualicer realizado na Espanha em 2004. (Menegazzo, 2004). De acordo com os dados apresentados por este estudo, foram avaliados 275 produtos de 46 empresas diferentes das classes de absorção BIa, BIIa, BIIb e BIII, fabricados nas regiões nordeste, sul e sudeste do Brasil. (TABELA 1.3).

TABELA 1.3 – Resultados da avaliação de placas cerâmicas apresentado no Qualicer - 2004

Ensaio	Produtos analisadas	Produtos conformes	Produtos não conformes
Absorção de Água	275	215	60
Módulo de Resistência à Flexão e Carga de Ruptura	275	261	14
Expansão por Umidade	275	269	06
Resistência Ataque Químico	275	226	49
Resistência ao Manchamento	275	269	06

Fonte: Menegazzo, 2004

O resultado deste trabalho demonstrou que seis anos após a avaliação do Inmetro, ainda havia placas cerâmicas fabricadas no Brasil que não atendiam as especificações das normas técnicas.

Um outro mecanismo de acompanhamento da qualidade de produtos utilizados na construção civil é o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), que é um instrumento do governo federal para cumprimento dos compromissos firmados pelo Brasil quando da assinatura da Carta de Istambul, na Conferência do Habitat II de 1996. A meta deste programa é organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais: a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva. A busca por esses objetivos envolve um conjunto de ações, entre as quais se destacam: avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras, melhoria da qualidade de materiais, formação e qualificação de mão-de-obra, normalização técnica, capacitação de laboratórios, avaliação de tecnologias inovadoras, informação ao consumidor e promoção da comunicação entre os setores envolvidos. Dessa forma, o programa espera o aumento da competitividade no setor, a melhoria da qualidade de produtos e serviços, a redução de custos e a otimização do uso dos recursos públicos. O objetivo, a longo prazo, é criar um ambiente de isonomia competitiva, que propicie soluções mais baratas e de melhor qualidade para a redução do déficit habitacional no país, atendendo, em especial, a produção habitacional de interesse social. (PBQP-H, 2007).

Um dos materiais que tem a qualidade avaliada neste programa é a placa cerâmica. No documento “Programa Setorial da Qualidade de Placas Cerâmicas para Revestimento”, o índice de adequação da produção de placas cerâmicas para revestimento, que indica o percentual da produção nacional conforme a norma NBR 13818:1997 era de 50% em 31 de dezembro de 1998. A meta prevista para 31 de dezembro de 2005 era de 95%, entretanto o valor atual é de 88,5% (PBQP-H, 2007). Observa-se que mesmo com a evolução da qualidade em nove anos, uma parcela das placas cerâmicas não atende as especificações da norma técnica.

1.4 Certificação da qualidade

A certificação da qualidade do produto é um mecanismo de avaliação da conformidade realizado por um organismo de certificação independente, para verificar se um produto atende aos requisitos de uma norma técnica. (INMETRO, 2007).

O modelo de certificação da placa cerâmica no Brasil envolve a realização de auditorias na empresa fabricante e a avaliação de amostras, recolhidas na empresa e no comércio, de acordo com as metodologias e especificações de uma norma técnica.

A certificação da qualidade da placa cerâmica é voluntária, de modo que, é uma opção do fabricante que pretende demonstrar para o consumidor que o produto fabricado se encontra de acordo com os padrões de qualidade estabelecidos pela norma técnica NBR 13818:1997 (CCB, 1999).

No Brasil, o Centro Cerâmico do Brasil (CCB) é uma instituição acreditada pelo Inmetro, e que desde 1996 trabalha como organismo certificador da qualidade de placas cerâmicas de acordo com as especificações da norma técnica brasileira NBR 13818:1997.

No processo de certificação da placa cerâmica realizado pelo CCB, as empresas são auditadas por uma equipe de auditores do CCB, a cada seis meses e, em períodos que variam de um a quatro meses, é realizada a avaliação da qualidade dos produtos, em laboratórios independentes pertencentes à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio (RBLE). As empresas que cumprem com as exigências da certificação recebem um certificado de conformidade do produto,

atestando que o mesmo foi fabricado atendendo aos requisitos da norma técnica NBR 13818:1997. (CCB, 2007).

Atualmente, de acordo com os dados do CCB (2007), vinte e nove marcas de empresas possuem a certificação do produto e o volume de produção destas empresas atinge, ao redor de cinquenta por cento da produção brasileira de placas cerâmicas.

A certificação do sistema de gestão da qualidade é um mecanismo utilizado para verificar se uma empresa atende aos requisitos da norma NBR ISO 9001:2000. Esta certificação é reconhecida internacionalmente e é aplicada desde 1987, quando a norma foi editada pela primeira vez, e a última revisão da norma ocorreu em 2000. A certificação é realizada por um organismo de certificação independente que avalia por meio de auditorias periódicas realizadas na empresa, se o sistema de gestão da qualidade está em conformidade com os requisitos da norma NBR ISO 9001.

A certificação ISO 9001 é voluntária e as empresas certificadas buscam-na para demonstrar ao mercado que adotam práticas de qualidade. Há empresas que exigem que seus fornecedores tenham a certificação NBR ISO 9001:2000 como pré-requisito, como é o caso de algumas estatais brasileiras. (Maranhão, 2001). No Brasil, há quatorze empresas fabricantes de placas cerâmicas que possuem a certificação NBR ISO 9001:2000 (INMETRO, 2007).

1.5 O problema

No Brasil, as avaliações realizadas sobre a qualidade das placas cerâmicas, a certificação do produto e a certificação ISO 9001 demonstram que tem havido evolução da qualidade, mas há evidências, também, de que ainda existe uma parcela de produtos que não atendem as especificações das normas técnicas.

Ao mesmo tempo em que a indústria de placas cerâmicas se expande no Brasil, há empresas que possuem a certificação da qualidade do produto e a certificação ISO 9001, demonstrando a evolução da qualidade, há estudos evidenciando que uma parcela da produção, ainda, não atende os requisitos mínimos especificados pela norma técnica NBR 13818:1997.

Segundo Taguchi (1990), a perda da qualidade é definida como o prejuízo que um produto causa à sociedade a partir do momento em que é liberado para a venda e, estas perdas incluem o mau funcionamento, efeitos prejudiciais ao consumidor, poluição, custos operacionais e custos de manutenção. Mesmo que a falta de qualidade de um produto não apresente risco potencial à saúde e segurança do usuário, ainda assim, ocorrem prejuízos para a sociedade. Quando um produto está em desacordo com as especificações estabelecidas nas normas técnicas vigentes, em virtude dos desvios de qualidade, o consumidor é prejudicado.

O consumidor brasileiro possui o Código de Defesa do Consumidor que ampara o comprador nos casos de defeitos no produto e o custo de uma reclamação pode se tornar elevado para a empresa. O inciso VIII do artigo 39 do Código de Defesa do Consumidor estabelece que o fornecedor não pode colocar no mercado de consumo, produtos em desacordo com as normas expedidas pelos órgãos oficiais competentes ou pela Associação Brasileira de Normas Técnica (ABNT) (Ministério da Justiça, 1990, Lei 8.078).

No caso da placa cerâmica se o defeito for encontrado após a aplicação ou assentamento, a substituição do produto defeituoso poderá envolver custos. Como exemplo podemos citar:

- retirada das placas defeituosas do local de aplicação;
- colocação de placa cerâmica nova para substituir as defeituosas;
- despesas com mão de obra;
- despesas com materiais assentamento, como argamassa de assentamento e rejunte;
- despesas comerciais internas na empresa;
- prejuízo com a marca;
- custos advocatícios, entre outros.

Quando o produto é vendido para o mercado externo as consequências da venda de produtos defeituosos são, potencialmente, mais graves. Além de todos os custos para reparo ao cliente serem muito maiores, o efeito não recai apenas para a empresa que causou o problema, mas se extrapola para toda a indústria prejudicando a imagem de todos os produtos do país no exterior.

De acordo com Juran (1993), o aumento da complexidade, tanto dos produtos, quanto dos processos fez com que os fabricantes tivessem a necessidade de satisfazer “boas práticas de produção” e outras formas de regulamentação nos processos de produção.

A indústria de remédios, no Brasil, possui uma regulamentação governamental específica e deve realizar suas atividades, compulsoriamente, de acordo as Boas Práticas de Fabricação (ANVISA, 2003) para garantir a qualidade do produto, já que a falta de qualidade apresenta risco potencial à saúde e segurança do usuário.

Na indústria de placas cerâmicas não há regulamentação governamental específica e a qualidade é requisito da estratégia de mercado de cada fabricante.

Uma parcela das empresas brasileiras de placas cerâmicas, como muitas das localizadas na região de Criciúma no sul de Santa Catarina e região de Mogi Guaçu em São Paulo e, que produzem pela via úmida, desenvolveram uma estratégia de diferenciação do produto, fabricando produtos com maior qualidade e buscando alcançar clientes com maior poder aquisitivo. As empresas que fabricam placas cerâmicas pela via seca e que estão localizadas, em especial, no polo de Santa Gertrudes desenvolvem uma estratégia baseada em custo e buscam melhorar a qualidade dos produtos atendendo as normas técnicas e as exigências do mercado consumidor (Constantino, 2006).

Será que a adoção de práticas de gestão da qualidade que controlem o processo produtivo pode contribuir para melhorar a qualidade da placa cerâmica?

1.6 Requisitos para a gestão da qualidade de placas cerâmicas

De acordo com Juran (1993), as indústrias que realizam alterações físicas e químicas nas matérias-primas para a fabricação do produto são denominadas genericamente de indústrias de processo. As matérias-primas podem ser naturais como minérios, areia, argila, resina, aparas de madeira, ar e água, ou oriundos da produção do coque, cracking do petróleo e fundição de metais, ou ainda, podem ser plantas, glândulas animais e sementes vegetais. As indústrias de processos, citadas por Juran (1993), incluem cerâmica, borracha, alimentação, bebidas, plásticos, produtos de madeira e metais. Estas indústrias

possuem diversas características especiais, que envolvem problemas com a qualidade, como:

- Os processos de medição podem ser miniaturas de processos físicos, químicos ou biológicos.
- As reações podem prosseguir com o tempo, tornando necessária a proteção de amostras contra atrasos de entrega e contaminações.
- As amostras do processo podem diferir do produto final.
- O tempo de teste pode ser relativamente longo, sendo necessárias decisões de controle antecipadas.
- As especificações podem não definir plenamente o desempenho do produto sob todas as condições de uso que o consumidor pode fazer do produto.

De acordo com Juran (1993), as indústrias de processo devem aprender quais os efeitos da qualidade das matérias-primas e das variáveis do processo produtivo nas propriedades e no desempenho do produto final.

Há duas etapas distintas nas indústrias de processo. Na etapa inicial ocorre a transformação da matéria-prima básica em um material utilizável nas etapas seguintes de fabricação até a obtenção do produto final, como é o caso da transformação da argila em uma massa que será utilizada na fabricação da placa cerâmica.

Segundo Juran, o aperfeiçoamento do processo depende do conhecimento das variáveis mais importantes e da adoção de procedimentos para manter a qualidade sob controle.

A fabricação da placa cerâmica envolve uma série de processos realizados utilizando matérias-primas naturais e sintéticas. As matérias-primas naturais, mesmo que possuam a mesma designação, podem ter características totalmente diferentes. É o caso da argila, que dependendo da jazida de onde é extraída e dos processos de beneficiamento utilizados podem ter propriedades diferentes (Santos, 1975). Além disso, as propriedades das matérias-primas podem se modificar ao longo do tempo, de acordo com o processo de extração na jazida.

As tecnologias de fabricação podem variar (Biffi, 2000) e as fábricas não possuem equipamentos iguais. O desempenho dos equipamentos varia entre as diferentes marcas, capacidade, modelos, idade e estado de conservação.

Pode-se constatar na prática que não há uma fábrica igual à outra. As diferenças entre as propriedades, as matérias-primas e entre o desempenho dos equipamentos, fazem com que cada processo se torne único e cabe a cada empresa realizar as adaptações e os ajustes apropriados para obter a otimização do processo (Martín, 2004).

Em contrapartida, as placas cerâmicas prontas que são fornecidas ao mercado consumidor devem ter propriedades de acordo com as especificações definidas pelas normas técnicas. Sendo assim, cada empresa precisa determinar os valores e as tolerâncias das variáveis do processo produtivo, de acordo com as suas condições de trabalho e realizar os ajustes de maneira contínua (Martín, 2004) para que os produtos fabricados alcancem e mantenham a qualidade especificada ao longo do tempo.

Os controles das matérias-primas e do processo de fabricação das placas cerâmicas podem envolver testes simples e baratos, até os mais sofisticados e caros (Biffi, 2000). No entanto, o mais importante é analisar os dados fornecidos e as ações que são tomadas com base nos resultados gerados pelos controles (Davenport, 1998).

Os limites desta proposta de trabalho estão relacionados com os principais parâmetros que interferem na qualidade da placa cerâmica e que devem ser controladas no recebimento das matérias primas, no processo produtivo e no produto para que os produtos cumpram com as especificações estabelecidas nas normas técnicas e melhorem continuamente a qualidade.

2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho foi desenvolver uma proposta de modelo de gestão da qualidade para o produto e o processo de fabricação das placas cerâmicas brasileiras.

Os objetivos específicos foram:

- Avaliar a qualidade das placas cerâmicas fabricadas no Brasil, de acordo, com os métodos estabelecidos nas normas técnicas brasileiras.
- Analisar os resultados obtidos na avaliação das placas cerâmicas e verificar se as especificações das normas técnicas brasileiras foram atendidas.
- Aplicar o modelo de gestão proposto e avaliar os resultados na gestão da qualidade das empresas e na qualidade das placas cerâmicas.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 A cerâmica

Nos primórdios da civilização os seres humanos podiam contar, apenas, com objetos advindos da natureza feitos de madeira, cascas, ossos e pedras de formatos e tamanhos variados. Os objetos eram adaptados para diversas finalidades e contribuíam na execução das atividades básicas do dia a dia, como a proteção, a caça e o armazenamento de água e alimentos. Depois, estes objetos passaram a ser esculpidos em formatos mais apropriados e utilizados para as mesmas finalidades.

A cerâmica pode ser considerada como o material artificial mais antigo elaborado pelo ser humano e surgiu quando os objetos frágeis feitos de barro foram colocados para queimar ao fogo, transformando-se em produtos duros e resistentes (Biffi, 2000).

Os objetos feitos de cerâmica passaram a ser utilizados em diversas aplicações como o transporte e o armazenamento de água, alimentos e perfumes, além do uso como elementos de adorno, elaborados à mão por artistas da antiguidade.

Em virtude das propriedades de resistência e durabilidade, a cerâmica foi utilizada em muitas outras aplicações, como tijolos, telhas e revestimentos na construção de moradias. A durabilidade dos objetos cerâmicos pode ser atestada por meio de evidência física, pois muitos destes objetos elaborados na antiguidade resistem até os dias de hoje e podem ser encontrados em escavações arqueológicas, traduzindo a cultura de antigas civilizações.

As propriedades físicas e químicas dos materiais cerâmicos, as várias possibilidades estéticas e de *design* possibilitaram inúmeras aplicações na indústria da construção civil, máquinas e equipamentos, automotiva, aviação, aeronáutica, eletroeletrônica e nuclear, na medicina e na odontologia. A estabilidade na temperatura ambiente, a resistência química, as propriedades térmicas e elétricas, a resistência mecânica, a resistência à abrasão e a

durabilidade, permitem aos produtos cerâmicos suportarem temperaturas bem mais elevadas, ataques de produtos químicos e agentes biológicos quando comparados com os materiais orgânicos e os materiais metálicos. Desta forma, a gama de produtos fabricados com materiais cerâmicos é bastante extensa e variada.

De acordo com a definição adotada pela Associação Brasileira de Cerâmica (ABC, 2003) “*cerâmica compreende todos os materiais inorgânicos, não-metálicos, obtidos geralmente após tratamento térmico em temperaturas elevadas*”. Como o setor cerâmico é amplo e heterogêneo, a Associação Brasileira de Cerâmica faz uma divisão em subsetores ou segmentos de acordo com o tipo de matéria prima utilizada na composição, das propriedades e das áreas de utilização do produto cerâmico e adota a seguinte classificação:

- Cerâmica vermelha
- Cerâmica ou materiais de revestimento
- Cerâmica branca
- Materiais refratários
- Isolantes térmicos
- Fritas e corantes
- Abrasivos
- Vidros, Cimento e Cal
- Cerâmica de Alta Tecnologia/Cerâmica avançada

3.2 A indústria de placas cerâmicas no Brasil

Mesmo antes da descoberta do Brasil pelos portugueses, os índios já fabricavam vasos, na ilha de Marajó, e outros utensílios de cerâmica. Serralheiro *apud* (Gazeta Mercantil, 2000), destaca que as fachadas das residências da Aristocracia brasileira durante nos séculos XVII e XVIII eram revestidas de azulejos feitos por encomenda em Portugal. De acordo com Bellingiere (2005), as telhas, tijolos, vasos e potes eram fabricados de forma artesanal, no período colonial e durante o império, no Brasil.

A produção industrial de cerâmica começou, em São Paulo, no final do século XIX e começo do século XX, com a montagem de fábricas por imigrantes portugueses e italianos, que se aproveitaram da abundância de argilas na várzea

do rio Tietê, próximo da capital paulista. As técnicas de construção de casas de alvenaria foram trazidas para São Paulo, nesta mesma época, pelos imigrantes italianos no final do século XIX. Um fato curioso é que o nome telha francesa ou marselhesa surgiu por serem produzidas numa fábrica montada, também no final do século XIX, por imigrantes franceses vindos de Marselha e que ficava no bairro do Sacomã, na capital de São Paulo. Na década de 1910, foram instaladas as primeiras fábricas de cerâmica branca, ou louças de pó de pedra, para a produção de louças de mesa, faiança e porcelana, que se distinguiam das olarias que produziam tijolos e telhas (Bellingiere, 2005).

No Estado de Santa Catarina, em 1919, foi montada uma fábrica de louças na cidade de Imbituba que, em 1925, passou a produzir azulejos (Serralheiro, 2004).

Levantamentos estatísticos do Estado de São Paulo, citados por Bellingiere (2005), demonstram que em 1928 a indústria cerâmica era a oitava em número de empresas e, que em 1937 era a que tinha o maior número de empresas, sendo a terceira maior empregadora. Entretanto, a indústria cerâmica tinha pouca representatividade econômica, respondendo por 1,5 a 2,0% do valor de produção do estado.

A produção industrial de pisos cerâmicos iniciou-se na década de 1940, no Brasil, por empresas que produziam telhas e tijolos na capital de São Paulo, na região de Mogi Guaçu que fica no interior do Estado de São Paulo e na região sul do Estado de Santa Catarina. Inicialmente a produção era voltada para a fabricação de lajotas de cerâmica vermelha tipo terracota e, posteriormente para a produção de azulejos esmaltados (Serralheiro, 2004).

Nas décadas de 1950 a 1970 a produção de placas cerâmicas cresceu. Em meados da década de 1960 foram criados, pelo governo federal, o Sistema Financeiro da Habitação e o Banco Nacional da Habitação, que estimularam o crescimento da construção civil e do consumo de placas cerâmicas (Meyer-Stamer et al., 2001). Surgiram novos fabricantes de placas cerâmicas para atender às novas demandas do mercado, próximo às regiões ricas em matéria prima. A demanda continuou crescente nos anos 70 e 80, havendo expansão na capacidade de produção para atender ao mercado brasileiro.

No início da década de 1980, algumas empresas da região de Santa Gertrudes, Cordeirópolis, Rio Claro e cidades vizinhas, no interior de São Paulo,

que fabricavam telhas e tijolos, passaram a produzir um revestimento cerâmico para pisos denominado de lajotão.

As empresas começaram a produzir o lajotão fazendo adaptações nas tecnologias de processo anteriormente utilizadas. Este tipo de revestimento era fabricado por extrusão e, utilizava a mesma argila e os mesmos fornos da fabricação de telhas e tijolos. Em pouco tempo as empresas passaram a fabricar placas cerâmicas prensadas com *design* simples e baixo preço, usando a preparação da massa por moagem via seca. A tecnologia de preparação da massa por via seca é mais barata que a moagem por via úmida utilizada pelas empresas do sul de Santa Catarina, Mogi Guaçu e capital de São Paulo. Estas novas empresas fabricantes de placas cerâmicas da região de Santa Gertrudes passaram a complementar a infraestrutura fabril, por meio da aquisição de equipamentos usados e ultrapassados tecnologicamente, das empresas que estavam a mais tempo estabelecidas (Araújo, Romachelli & Martins, 2001).

Muito embora os produtos fabricados pelas empresas da região de Santa Gertrudes tivessem problemas de qualidade e limitações no *design*, o mercado era crescente naquela época, necessitava de produtos e não era exigente em termos de qualidade. Havia forte demanda para placas cerâmicas de baixo preço, que eram consumidas pelas camadas mais pobres da população brasileira e assim as empresas da região de Santa Gertrudes cresceram em número e em volume de produção. (Meyer-Stamer et al., 2001).

De acordo com Boschi (2002), o processo de fabricação da massa por via úmida foi utilizado pela maioria das empresas de placas cerâmicas, no Brasil, durante muitos anos. A tecnologia de moagem a seco, que havia sido desenvolvida pelas empresas italianas, foi adaptada com sucesso para as argilas da região de Santa Gertrudes, permitindo o aumento da qualidade e das tipologias de produtos fabricados.

No final da década de 1980 e início de 1990 o Brasil entrou em crise e as vendas de placas cerâmicas no mercado interno caíram de 168,1 milhões de m² em 1989, para 157,9 milhões de m² em 1990, e para 121,9 milhões de m² em 1991, acumulando uma redução total de 27,5% em dois anos. O volume de vendas no mercado interno, somente se recuperou em 1992, quando as vendas de placas cerâmicas alcançaram 179,1 milhões de m², sendo 6,5% superior do que três anos antes.

O desempenho das exportações, no mesmo período, foi um pouco pior. As vendas de placas cerâmicas no mercado externo foram de 20,3 milhões de m² em 1989, caindo para 12,7 milhões de m² em 1990, uma redução de 37,4%. Houve um ligeiro aumento das exportações para 13,9 milhões de m² em 1991. O volume de vendas do mercado, somente se recuperou em 1992, quando as vendas de placas cerâmicas no mercado externo alcançaram 21,1 milhões de m², apenas 3,9% superior a três anos antes. (Oliveira, 2002, p34).

Outro fato, também ocorrido na época, e que causou um impacto negativo para a indústria foi em relação aos preços das placas cerâmicas, que no ano de 1989 subiram em média 1.363%, com uma inflação no Brasil de 1.764%, causando uma defasagem de 27,4%. Como consequência, muitas empresas entraram em crise e quase faliram (Meyer-Stamer et al., 2001, p.54).

Paralelamente a estes impactos negativos causados pela situação econômica do Brasil, naquela época, o governo brasileiro instituiu o câmbio flutuante do dólar, já que a baixa cotação do dólar oficial prejudicava as empresas exportadoras. Esta alteração na política cambial estimulou as empresas a aumentarem as suas exportações. Outra ação governamental que passou a causar influência na indústria de placas cerâmicas foi a promulgação em 1990, da Lei Federal N° 8.078, de 11 de setembro de 1990 que instituiu o Código de Proteção e Defesa do Consumidor, que estabeleceu uma norma legal que protegia o consumidor de produtos de baixa qualidade (Ministério da Justiça, 1990, Lei 8.078).

As empresas de Santa Catarina passaram a investir em melhorias gerenciais e tecnológicas do processo e do produto, optando por diferenciação dos produtos, qualidade e pouco acréscimo no volume de produção (Meyer-Stamer et al., 2001, p.55).

As empresas de placas cerâmicas do Estado de São Paulo seguiam diferentes estratégias. As empresas próximas à capital de São Paulo e da região de Mogi Guaçu adotaram estratégias semelhantes às empresas de Santa Catarina, buscando a diferenciação por qualidade.

No interior de São Paulo, as empresas da região de Santa Gertrudes, que produziam com tecnologia de moagem a seco, buscaram a diferenciação por preço. Os custos mais baixos de produção, os preços de venda mais atrativos para o mercado associados com o poder de compra do consumidor em queda,

resultante da crise econômica brasileira estimularam a entrada de novos fabricantes no mercado de placas cerâmicas via seca, que seguiram a mesma trajetória das primeiras empresas que fabricavam telhas e tijolos.

Apesar da crise brasileira, no início da década de 1990, a opção pela diferenciação por preço adotada pelas empresas da região Santa Gertrudes se demonstrou adequada ao momento, pois a maioria das empresas conseguiu elevar a produção e se capitalizar. Neste período, grande parte das placas cerâmicas fabricadas nesta região possuía baixa qualidade, contudo atendiam as necessidades dos consumidores que adquiriam estes produtos (Araújo, Romachelli & Martins, p.31, 2001).

As empresas com tecnologia de moagem a úmido de São Paulo e de Santa Catarina que fabricavam produtos de maior qualidade começaram a aumentar o esforço para vender em mercados externos. As crises pela qual passaram os fabricantes de placas cerâmicas no início da década de 1990, as variações no mercado interno e as novas políticas incentivaram as empresas a exportar (Meyer-Stamer et al., 2001).

Durante a década de 1980, as vendas para o mercado externo foram de 97,6 milhões de m², de um total de 1.447,5 milhões de m² produzidos correspondendo a 6,7%. No ano de 1993 as vendas para o mercado externo foram de 25,6 milhões de m², correspondendo a 10,3% da produção brasileira, que foi de 249,0 milhões de m² indicando que a busca por mercados externos estava obtendo resultados (Oliveira, 2002).

Em 1994, novas mudanças ocorreram na política econômica do governo brasileiro, com a implantação do Plano Real, que criou uma nova moeda, o real, estabilizou a economia e reduziu a inflação. As vendas de placas cerâmicas para o mercado externo se expandiram durante a década de 1990 e chegaram a 267,1 milhões de m², correspondendo a 9,2% da produção brasileira, que praticamente duplicou em uma década, alcançando 2.918,0 milhões de m². Este aumento nas exportações trouxe como benefício adicional, a melhoria da qualidade das placas cerâmicas, pois as empresas precisaram adequar os produtos para atender a norma técnica internacional ISO 13.006 (Oliveira, 2002).

A moeda brasileira, o real, ficou valorizada em relação ao dólar americano durante grande parte da década de 1990 facilitando a importação de bens de capital. As empresas da região de Santa Gertrudes continuaram a

crescer e modernizaram o parque fabril, importando equipamentos italianos para a preparação da massa e para a fabricação dos produtos (Araújo, Romachelli & Martins, 2001, p.30). A partir da segunda metade da década de 1990, as empresas do sul de Santa Catarina passaram a fabricar o porcelanato, que é um produto que apresenta melhores características tecnológicas e estéticas, quando comparado com as placas cerâmicas tradicionais. Em 1999 a produção de porcelanato foi de cerca de 3,4 milhões de m², correspondendo a 0,8% da produção de placas cerâmicas (Menegazzo, 2000).

No início da década de 2000, dois dos principais países compradores de placas cerâmicas brasileiras tiveram retração em sua economia. Os Estados Unidos com os atentados terroristas de 11 de setembro de 2001 e a Argentina com uma crise político-financeira, que causaram, momentaneamente, redução nas exportações brasileiras (Oliveira, 2002).

Mesmo com o câmbio desfavorável a exportação de placas cerâmicas continuou a crescer nos últimos anos, independentemente, de crises externas e internas. O Brasil exportou, em 2006, 114,36 milhões de m² de placas cerâmicas para 129 países, de todos os continentes, totalizando o valor de 430 milhões de dólares americanos e que representa um incremento de 14% em relação a 2005. As empresas estão exportando produtos com maior valor agregado para compensar a valorização da moeda brasileira em relação à moeda americana. Dentre os países que compram as placas cerâmicas brasileiras, os dez maiores importadores são Estados Unidos, Chile, Argentina, África do Sul, Canadá, Paraguai, República Dominicana, Porto Rico, Reino Unido e Costa Rica. As exportações de placas cerâmicas de 2000 a 2006 chegaram a 647,6 milhões de m², representando 17,5% em relação à produção que foi de 3696,3 (ANFACER, 2007).

Os maiores investimentos em aumento da produção instalada foram feitos pelas empresas que utilizam o processo de produção via seca, buscam a diferenciação por preço e, a grande maioria delas, está localizada no polo de Santa Gertrudes. As empresas líderes do sul de Santa Catarina e da região de Mogi Guaçu, que utilizam o processo via úmida, investiram em *design* e agregação de valor ao produto e não têm investido no aumento de produção. Estas empresas abandonaram o mercado de preços e ao investir na qualidade do produto, atingiram público alvo de renda mais elevada e o mercado externo

(Constantino, 2006). O porcelanato, que é um produto de maior valor agregado aumentou a participação de mercado e em 2006 chegou a 33,0 milhões de m², representando 5,6% da produção total de placas cerâmicas no Brasil (ANFACER, 2007).

3.3 A produção de placas cerâmicas no Brasil

A indústria brasileira de placas cerâmicas investiu no aprimoramento das práticas de gestão, na melhoria da qualidade, na redução dos custos de fabricação, na fabricação de produtos com maior valor agregado, no aumento da produção e da produtividade. Esta indústria tem se destacado pela busca em satisfazer as necessidades do consumidor brasileiro, tendo produtos tanto para competir no mercado externo como para enfrentar a concorrência com os produtos importados.

De acordo com a Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento (ANFACER, 2007), a indústria brasileira de placas cerâmicas em 2006 era constituída por 94 empresas, com 117 plantas industriais instaladas em 18 estados brasileiros. A maior concentração de empresas estava localizada nos estados de São Paulo e Santa Catarina (Tabela 3.1).

TABELA 3.1 – Localização das empresas de placas cerâmicas no Brasil por estado

Estado	Número de Empresas
São Paulo	56
Santa Catarina	17
Mato Grosso do Sul	4
Pernambuco	3
Ceará	2
Espírito Santo	2
Paraná	2
Rio Grande do Sul	2
Sergipe	2
Alagoas	1
Bahia	1
Paraíba	1
Rio de Janeiro	1

Fonte: ANFACER (2006)

A capacidade instalada para a produção de placas cerâmicas no Brasil chegou a 672,4 milhões de m², em 2006, e a previsão é de que alcance 706 milhões de m² em 2007. Do total fabricado, a produção de placas cerâmicas pelo processo via seca correspondeu a 65% e, pelo processo via úmido 35% (ANFACER, 2007).

A concentração geográfica de empresas sempre foi uma característica da indústria de placas cerâmicas, em virtude da necessidade de estar próxima às jazidas de argila, matéria prima básica utilizada na produção do revestimento cerâmico. A Itália e Espanha, líderes mundiais do setor têm suas produções concentrada nas regiões de Sassuolo e Castellón, respectivamente (Constantino, 2006). No Brasil as empresas fabricantes de placas cerâmicas se concentram em polos nas regiões Sul e Sudeste.

No Estado de Santa Catarina, as empresas localizadas ao sul, na região próxima a Criciúma fabricaram 24% da produção total do Brasil, em 2005. Estas empresas mantinham como estratégia competitiva, o *design*, a qualidade e a marca e, fabricando, em sua maioria, placas cerâmicas por meio de moagem via úmida. (ANFACER, 2006; ASPACER, 2006)

No Estado de São Paulo as empresas localizadas na região da grande São Paulo e na região de Mogi Guaçu fabricaram em 2005, 12% da produção nacional e mantinham uma estratégia competitiva semelhante às empresas de Santa Catarina. No polo de Santa Gertrudes as empresas fabricaram em 2005, 52% da produção brasileira, predominantemente, utilizando o processo de moagem via seca e, a estratégia competitiva esteve baseada em preços baixos e produtos com menor valor agregado.

Nos últimos anos, o Estado de São Paulo tem apresentado a maior participação na produção de placas cerâmicas no Brasil (TABELA 3.2).

TABELA 3.2 – Participação do Estado de São Paulo na produção de placas cerâmicas no Brasil

Placas cerâmicas			
Ano	Produção Brasileira (milhões m²)	Produção no Estado de São Paulo (milhões m²)	Participação de São Paulo na Produção Brasileira (%)
2002	508,3	303	59,6
2003	534,0	336	62,9
2004	565,6	334	59,1
2005	568,1	362	63,7
2006	594,2	380	64,0

Fonte: ANFACER (2007) e ASPACER (2007)

Em 2005, as dez empresas da região nordeste fabricaram 8% da produção nacional. Estas empresas não se encontram instaladas de forma concentrada como ocorre no sul e no sudeste, distribuindo-se em 6 estados diferentes.

A maior parte das empresas tinha como estratégia competitiva, os preços baixos e o processo de moagem por via seca. Havia, também, empresas que fabricavam produtos de maior valor agregado como o porcelanato.

Até o ano de em 2005, o Brasil foi o quarto maior produtor (TABELA 3.3) e exportador mundial (TABELA 3.4) de placas cerâmicas para revestimento do mundo ficando atrás da Itália, Espanha e China.

TABELA 3.3 – Maiores produtores mundiais de placas cerâmicas em 2005

Produção de placas cerâmicas em 2005		
Posição	País	Quantidade em Milhões de m²
1º	China	3.100
2º	Espanha	648
3º	Itália	572
4º	Brasil	568
5º	Índia	303

Fonte: ANFACER (2006)

TABELA 3.4 – Maiores exportadores de placas cerâmicas em 2005

Exportação de placas cerâmicas em 2005		
Posição	País	Milhões de m²
1º	Itália	390
2º	Espanha	342
3º	China	310
4º	Brasil	114
5º	Turquia	88

Fonte: ANFACER (2006)

No ano de 2006 o Brasil se tornou o terceiro maior fabricante mundial de placas cerâmicas (Tabela 3.5) e manteve-se como o quarto maior exportador mundial (Tabela 3.6).

TABELA 3.5 – Maiores produtores mundiais de placas cerâmicas em 2006

Produção de placas cerâmicas em 2006		
Posição	País	Milhões de m²
1º	China	4.000
2º	Espanha	660
3º	Brasil	594
4º	Itália	570
5º	Índia	320

Fonte: ANFACER (2007)

TABELA 3.6 – Maiores exportadores de placas cerâmicas em 2006

Exportação de placas cerâmicas em 2006		
Posição	País	Milhões de m²
1º	China	540
2º	Itália	395
3º	Espanha	335
4º	Brasil	114
5º	Turquia	88

Fonte: ANFACER (2007)

A maior parcela de vendas da indústria brasileira de placas cerâmicas tem sido o mercado interno (TABELA 3.7).

TABELA 3.7 – Produção e vendas de placas cerâmicas no mercado interno brasileiro de 2000 a 2006

Ano	Placas cerâmicas		
	Produção Brasileira (milhões m ²)	Vendas no Mercado Interno (milhões m ²)	Vendas no Mercado Interno (%)
2002	508,3	456,3	89,8
2003	534,0	421,0	78,8
2004	565,6	448,4	79,3
2005	568,1	442,8	77,9
2006	594,2	485,7	81,7

Fonte: ANFACER (2007)

A proporção de importações de placas cerâmicas no Brasil tem sido relativamente pequena quando comparado com o volume da produção da indústria brasileira. No começo da década de 2000 até 2004 foram importados produtos de maior valor agregado vindos da Itália e Espanha, como é caso do porcelanato. A partir do ano de 2004 as importações de placas cerâmicas começaram a ser feitas da China, conforme TABELA 3.8, em razão do preço atrativo, capazes de competir com o preço dos produtos nacionais, sobretudo nos produtos de maior valor agregado, como é o caso do porcelanato.

TABELA 3.8 – Vendas no mercado interno e importações de placas cerâmicas no Brasil de 2002 a 2006

Placas cerâmicas em (milhões m²)			
Ano	Vendas no Mercado Interno brasileiro (milhões m²)	Total de Importações (milhões m²)	Importação China (milhões m²)
2002	456,3	0,28	0,00
2003	421,0	0,37	0,00
2004	448,4	0,17	0,04
2005	442,8	0,49	0,34
2006	485,7	2,06	1,78

Fonte: ANFACER (2007) e MDIC (2007)

A evidência da importação de porcelanato pode ser observada nas lojas especializadas e nos “home-centers”, que comercializam placas cerâmicas importadas de China. Outra evidência é a importação de placas cerâmicas por fabricantes brasileiros para revender no mercado interno, da mesma forma como já é feito com outros produtos como roupas, calçados, brinquedos e produtos eletrônicos. Algumas construtoras demonstram o interesse de importar o porcelanato diretamente da China e a Câmara Brasileira da Indústria da Construção está incentivando a importação (CBIC, 2007).

As importações de placas cerâmicas da China nos três primeiros meses de 2007 atingiram 1,2 milhões de m². Uma estimativa baseada apenas nos três primeiros meses do ano de 2007, projeta que as importações de placas cerâmicas da China podem atingir 4,8 milhões de m², ou seja, podem crescer 270%.

A valorização da moeda brasileira, o real, perante o dólar americano que tem ocorrido de forma contínua de 2003 a 2007 tem favorecido a importação de placas cerâmicas, mas mesmo com esta dificuldade, as exportações aumentaram em 2006 e há projeções de aumento também para 2007 (ANFACER, 2007).

3.4 Processo de fabricação das placas cerâmicas

A tecnologia de fabricação da placa cerâmica é resultante de um processo produtivo, que em linhas gerais é típico para a maioria dos materiais cerâmicos (Busani, Palmonari & Timellini, 1995).

A indústria de placas cerâmicas utiliza uma grande variedade de matérias-primas naturais como argilas, mistura de argilas e materiais não argilosos. Com estas matérias primas é preparada a massa que é usada na fabricação das placas cerâmicas. As placas cerâmicas após a conformação, secagem e decoração são queimadas em temperaturas ao redor de 1000 a 1250 °C. A queima altera substancialmente a estrutura do material cru e proporciona as características de beleza, estabilidade dimensional, dureza, resistência mecânica e química para as placas cerâmicas (Busani, Palmonari & Timellini, 1995).

O formato e as dimensões das placas cerâmicas são bastante variados. As peças com formatos quadrados e retangulares são as mais usuais e, as dimensões de comprimento e largura variam desde peças com tamanho de 2 cm até 1,2 m. A espessura das peças é, geralmente, pequena quando comparada com o comprimento e largura, variando de 5 mm até 10 mm nas peças conformadas por prensagem e chega até 20 mm nas peças conformadas por extrusão.

A superfície das placas cerâmicas pode ser esmaltada ou não esmaltada. As placas não esmaltadas são constituídas por um corpo único elaborado com uma massa cerâmica, esquematicamente como na FIGURA 3.1.

FIGURA 3.1 – Placa cerâmica não esmaltada – corpo único

As placas cerâmicas esmaltadas são constituídas por um corpo ou base elaborado com uma massa cerâmica sobre a qual é aplicada uma fina camada vítrea denominada de esmalte ou vidrado, esquematicamente apresentado na FIGURA 3.2. Entre a base e o esmalte é aplicada uma camada de um material intermediário denominado de engobe, que tem como função facilitar a aderência do esmalte à base e evitar imperfeições.

FIGURA 3.2 – Placa cerâmica esmaltada

A camada vítrea pode ter várias cores, brilho, decoração e textura e vai conferir à placa cerâmica o aspecto estético e as propriedades físicas e químicas superficiais.

3.4.1 Matérias primas utilizadas na fabricação da massa da base da placa cerâmica

A matéria prima básica utilizada na fabricação da placa cerâmica é a argila que *“é um material natural, terroso, de granulação fina, que geralmente adquire, quando umedecido com água, certa plasticidade”* (Santos, 1975). A propriedade da plasticidade permite que um objeto seja moldado quando a argila possui certa quantidade de umidade e, mantenha o formato mesmo após o término da ação de moldagem, sem que haja o rompimento do objeto.

As argilas são formadas pela ação de diversos agentes e intemperismo da natureza sobre as rochas e minerais da crosta terrestre, ao longo de milhões de anos. As propriedades das argilas dependem das rochas e minerais dos quais se originaram e dos processos pelo quais passaram durante a formação geológica (Santos, 1975). Na aplicação industrial para fabricação de produtos cerâmicos é necessário conhecer as propriedades das argilas, tanto que para Christofolletti et al (2001) *“devido às características peculiares do segmento mineral de matérias-primas para indústria cerâmica, é fundamental que todo trabalho de pesquisa geológica nesta área venha acompanhado da caracterização tecnológica”*.

A argila mais simples é $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ e, dependendo da origem e das condições de formação, pode possuir em sua composição química outros óxidos, como Fe_2O_3 , FeO , CaO , MgO , K_2O , Na_2O e SiO_2 que finamente divididos vão influenciar em suas propriedades antes e após a queima (Van Wlack, 1970). As argilas com teores de óxido de ferro (Fe_2O_3) abaixo de 3% possuem coloração

clara e com teores entre 3% e 8% possuem coloração avermelhada após a queima a 1200 °C.

As matérias primas argilosas têm a função principal de fornecer a plasticidade necessária para a operação de conformação e manufatura da placa cerâmica, proporcionando resistência mecânica suficiente no estado cru, para que as peças sejam manuseadas, transportadas e movimentadas durante a fabricação (Busani, Palmonari & Timellini, 1995).

Além da argila, outras matérias-primas não argilosas são utilizadas na preparação de massas cerâmicas, como o feldspato, o quartzo, a calcita, o talco, a dolomita e a alumina (Santos, 1975). Na composição de massas cerâmicas utilizam-se proporções variadas de argila e de matérias-primas não argilosas para a obtenção de propriedades específicas no produto cerâmico elaborado (Busani, Palmonari & Timellini, 1995; Biffi, 2000).

Os feldspatos são alumino silicatos, como a albita ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), a anortita ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$), o ortoclásio (KAlSi_3O_8) e o celsiana ($\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$). Os feldspatos formam o grupo mineral mais abundante na crosta terrestre, sendo o constituinte mais frequente (em proporções superiores a 50%) de muitas rochas. A adição dos feldspatos na composição da massa cerâmica facilita a fusão e reatividade da massa, reduzindo a temperatura de queima. O quartzo (SiO_2) é adicionado nas massas cerâmicas para reduzir a plasticidade, e tem como função formar o esqueleto do corpo cerâmico, além de limitar e controlar a variação dimensional que ocorre nas operações de secagem e queima.

A caracterização das matérias-primas pode ser feita por meio de análises químicas e físicas para determinar as propriedades e prever o comportamento durante o processo de fabricação (Biffi, 2000). Existem diversas técnicas analíticas que podem ser utilizadas para avaliar as propriedades das matérias-primas, conforme exemplo na TABELA 3.9.

TABELA 3.9 – Exemplo de técnicas de controles
das propriedades das matérias-primas

Análise química
Análise estrutural por difração de Raios-X
Análise microestrutural por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)
Análise termogravimétrica e térmica diferencial
Calcimetria
Análise dilatométrica
Análise granulométrica
Resíduo em peneira
Teor de umidade
Cor

Fonte: (Adaptado de *Manuale per la produzione delle Piastrelle* - Biffi, 2000)

Podem ser determinadas várias propriedades das matérias-primas preparando-se corpos-de-prova em laboratório, por meio de técnicas semelhantes às utilizadas na fabricação da placa cerâmica e avaliando o comportamento por meio de ensaios, conforme exemplo na TABELA 3.10.

TABELA 3.10 – Exemplo de ensaios em corpos-de-prova
preparados em laboratório

ENSAIO
Módulo de resistência à flexão à verde úmido
Módulo de resistência à flexão à verde seco
Módulo de resistência à flexão sinterizado
Absorção de água
Perda ao fogo
Retração após secagem
Retração após queima
Expansão por umidade
Cor após queima
Densidade aparente

Fonte: (Adaptado de *Manuale per la produzione delle Piastrelle* - Biffi, 2000)

3.4.2 Preparação da massa para a base da placa cerâmica

O tipo de matéria prima e a composição da massa influenciam as diversas fases do processo de fabricação e a qualidade do produto final obtido, da mesma forma como na cor da base da placa cerâmica. A preparação da massa tem como objetivo a obtenção de um material homogêneo, com uma distribuição granulométrica apropriada e com um conteúdo de água adequado para o processo de conformação da placa cerâmica. Para o processo de conformação por meio da prensagem, que é objeto de estudo neste trabalho, o conteúdo de umidade está entre 4 a 9%. As operações fundamentais que ocorrem nesta fase do processo produtivo são a moagem, a homogeneização e a dosagem da quantidade de água.

Existem duas tecnologias distintas para o processo de preparação da massa para a base da placa cerâmica conformada por prensagem: a moagem via úmida e a via seca (Boschi, 2002). As principais características e diferenças entre os dois processos são descritas a seguir.

3.4.2.1 Processo de fabricação via úmida

No processo de fabricação da massa pela moagem via úmida é utilizada uma composição contendo várias matérias primas argilosas e não argilosas.

A dosagem das matérias primas é feita por pesagem de acordo com uma composição estabelecida. As matérias primas são transferidas para moinhos de bolas ou tamborões com adição de 35 a 40% de água em peso seco. Após a moagem uma massa fluida, chamada de barbotina, é formada. A barbotina é transferida para tanques e permanece em agitação para evitar a decantação. A massa é seca em um equipamento denominado de atomizador, obtendo-se a massa em forma de um pó com umidade de 4 a 9%. A massa pronta é acondicionada em silos para ser utilizada na fase posterior de conformação por prensagem.

O processo de moagem via úmida permite obter uma elevada homogeneidade da mistura dos componentes da massa, regularidade na morfologia e granulometria do pó e maior uniformidade na compactação durante a prensagem (Busani, Palmonari & Timellini, 1995).

A moagem a úmido utiliza argilas que têm cores claras após queima e comercialmente é denominada de massa branca ou base branca.

Na preparação da massa por moagem via úmida, podem ser feitos diversos controles, conforme a TABELA 3.11.

TABELA 3.11 – Exemplo de controles na preparação da massa por moagem via úmida

CONTROLES
Dosagem das matérias-primas
Tempo de moagem
Velocidade de Rotação do moinho
Densidade da barbotina
Viscosidade da barbotina
Resíduo em peneira
Pressão bomba
Temperatura do atomizador
Depressão no atomizador
Granulometria do pó após atomizador
Umidade do pó após atomizador

Fonte: (Adaptado de *Manuale per la produzione delle Piastrelle* - Biffi, 2000)

3.4.2.2 Processo de fabricação via seca

No processo de fabricação da massa pela moagem via seca é utilizada uma composição contendo uma argila ou uma mistura de poucas argilas, sem adição de matéria prima não argilosa.

As argilas são extraídas nos períodos menos chuvosos, com teores de umidade que variam desde 6 até 25%. Por meio de pás carregadeiras, é feita a dosagem volumétrica das argilas que são dispostas em camadas sucessivas, num processo denominado de sanduíche. São formados montes e a estocagem é realizada a céu aberto.

Nos períodos de verão a argila é espalhada em uma ampla superfície para secagem ao sol. Durante o período de exposição máquinas movem e misturam a argila para permitir que as camadas mais abaixo sejam atingidas pelo

sol. Quando a umidade da argila atinge entre 5 a 8% ela está pronta para a moagem e pode ser estocada em barracões ou a céu aberto coberta por lonas.

A mistura de argila é transferida para a área de moagem. A moagem da massa é realizada com moinhos de martelo ou moinhos pendulares a seco. A seguir a massa é granulada pela formação de um aglomerado de partículas finas, obtendo-se a massa em forma de um pó com umidade de 6 a 10%. A massa pronta é acondicionada em silos para ser utilizada na fase posterior de conformação por prensagem.

Do ponto de vista energético, o processo de moagem via seca requer uma quantidade de energia menor que o processo de moagem via úmida. No processo via seca não se utiliza a pesagem para dosagem das argilas, que é feita por meio de dosagem volumétrica e o grau de homogeneização obtido é inferior ao que se obtém na moagem a úmido. Para reduzir este problema, é utilizada uma única argila ou uma mistura com poucas argilas com propriedades semelhantes.

A moagem a seco tem o seu campo de aplicação voltado para argilas com teores de óxido de ferro superiores a 5% e que apresentam coloração avermelhada após queima e, comercialmente é denominada de massa vermelha ou base vermelha.

A menor homogeneização, as variações na morfologia e granulometria da massa preparada pelo processo via seco dificultam os processos posteriores de fabricação da placa cerâmica (Busani, Palmonari & Timellini, 1995).

As diferenças entre os produtos fabricados pelo processo de moagem via seca e o processo de moagem via úmida poderão deixar de existir no futuro. Os fabricantes de bens de capital italianos estão refinando o processo de moagem a seco em resposta às crescentes preocupações ambientais relacionadas ao consumo de água no processo produtivo via úmida (Meyer-Stamer, Maggi & Seibel, 2001).

Na preparação da massa por moagem via úmida, podem ser feitos diversos controles, conforme a TABELA 3.12.

TABELA 3.12 – Exemplo de controles na preparação da massa por moagem via seca

CONTROLES
Umidade na entrada do moinho martelo
Umidade após moagem no moinho martelo
Granulometria após moagem no moinho martelo
Umidade após moagem no moinho pendular
Granulometria após moagem no moinho pendular
Umidade após granulador
Granulometria após granulador

Fonte: (Adaptado de *Manuale per la produzione delle Piastrelle* - Biffi, 2000)

3.4.3 Matérias primas utilizadas na fabricação do esmalte cerâmico

A denominação de esmalte cerâmico é utilizada como sinônimo para vidrado cerâmico. Os vidrados ou esmaltes cerâmicos proporcionam um acabamento superficial nas placas cerâmicas, impermeabilizando e melhorando as propriedades químicas e mecânicas.

Os esmaltes cerâmicos podem ser considerados como tendo uma estrutura e um comportamento similar aos vidros. O componente principal do esmalte cerâmico é o óxido de silício (SiO_2) que é um formador de vidro. Na composição do esmalte cerâmico são utilizados os óxidos de vários elementos como, os alcalinos, lítio, sódio e potássio; alcalino terrosos, cálcio, magnésio e estrôncio; óxidos de metais pesados, alumínio, chumbo, zinco e boro. Os esmaltes podem ser transparentes ou opacos e de cores variadas.

A indústria de placas cerâmicas não utiliza estas matérias primas na forma natural. Estas matérias primas são adquiridas da indústria de coloríficos na forma de fritas. As fritas são materiais vítreos, produzidos por um processo de fusão a alta temperatura de uma mistura homogênea de matérias primas e posterior resfriamento rápido em água ou ar (ICE, 1999).

As argilas, o caulim e a bentonita são utilizados como agentes suspensores, aumentam a plasticidade da camada aplicada e melhoram a adesão à superfície da placa cerâmica. A água é o veículo usado para preparar os componentes sólidos do esmalte e para aplicar sobre a base da placa cerâmica.

No recebimento dos esmaltes, várias propriedades podem ser controladas em laboratório, conforme exemplo na TABELA 3.13.

TABELA 3.13 – Exemplo de controles nos esmaltes

CONTROLES
Cor
Textura
Fusibilidade
Transparência
Brilho
Dilatação Térmica Linear

Fonte: (Adaptado de *Manuale per la produzione delle Piastrelle* - Biffi, 2000)

Os corantes são constituídos de óxidos de metais pesados, como cobre, níquel, cobalto, manganês e cromo (Busani, Palmonari & Timellini, 1995). A cor dos esmaltes depende dos corantes que estão presentes em sua composição.

No recebimento dos corantes, várias propriedades podem ser controladas em laboratório, conforme exemplo na TABELA 3.14.

TABELA 3.14 – Exemplo de controles nos corantes

CONTROLES
Cor
Textura
Fusibilidade

Fonte: (Adaptado de *Manuale per la produzione delle Piastrelle* - Biffi, 2000)

3.4.4 Preparação do esmalte cerâmico

A dosagem das fritas e matérias primas cruas é feita por pesagem de acordo com uma formulação determinada. As fritas e as matérias primas são transferidas para moinhos de bolas ou tamborões com adição de água. Após a

moagem, o esmalte fluido é transferido para tanques e permanece em agitação para evitar a decantação (ICE, 1999).

Durante a fabricação dos esmaltes podem ser realizados vários controles em laboratório, conforme exemplo na TABELA 3.15.

TABELA 3.15 – Exemplo de controles na preparação do esmalte cerâmico

CONTROLES
Resíduo em peneira
Densidade
Viscosidade
Cor
Textura
Transparência
Brilho

Fonte: (Adaptado de *Manuale per la produzione delle Piastrelle* - Biffi, 2000)

3.4.5 A fabricação da placa cerâmica

As empresas fabricantes de placas cerâmicas utilizam, atualmente, equipamentos modernos e automatizados, nas quais a interferência humana ocorre nas atividades de controle do processo, classificação do produto, inspeção da qualidade do produto acabado, armazenagem e expedição. A seguir é feita uma descrição das principais etapas do processo de fabricação da placa cerâmica e os controles que podem ser efetuados.

3.4.5.1 Processo de conformação da placa cerâmica

A conformação da placa cerâmica pode ser feita por prensagem, por extrusão ou manualmente. Neste trabalho estamos estudando o processo de conformação por prensagem que é o processo mais utilizado, atualmente, na produção de placas cerâmicas.

O processo de prensagem é realizado com o pó que ficou acondicionado em silos, após a preparação da massa e ocorre da mesma forma, independentemente se a massa foi preparada pela via úmida ou seca.

A conformação da placa cerâmica consiste na compactação do pó, em prensas hidráulicas, na qual a pressão aplicada pode variar de 200 a 500 kg/cm², compactando os grãos do pó e obtendo-se uma placa crua com resistência mecânica suficiente para resistir às etapas posteriores do processo de fabricação, até queima.

As prensas utilizadas pela indústria de placas cerâmicas, atualmente, são automáticas e o processo de prensagem ocorre de maneira sequencial. As principais etapas da prensagem são descritas a seguir.

- a) A massa cerâmica, em forma de pó, é colocada dentro de um estampo que define as dimensões da placa cerâmica;
- b) O punção superior desce sobre o estampo e compacta o pó, formando a placa cerâmica;
- c) O punção inferior extrai a placa cerâmica crua;
- d) Após a extração, a placa cerâmica crua é conduzida, automaticamente, por um sistema de correias até o secador. Durante o transporte nas correias, rebarbadores automáticos dão acabamento superficial às peças. As rebarbas e o excesso de pó são aspirados, conduzidos por tubulações e depositados em um filtro de mangas.

Durante a prensagem, vários controles podem ser efetuados na prensa e na peça prensada, conforme exemplo na TABELA 3.16.

TABELA 3.16 – Exemplo de controles na prensagem

CONTROLES
Pressão de compactação
Ciclo de prensagem
Espessura da placa cerâmica prensada
Resistência mecânica da placa cerâmica prensada
Peso da placa cerâmica prensada
Densidade Aparente da placa cerâmica prensada

Fonte: (Adaptado de *Manuale per la produzione delle Piastrelle* - Biffi, 2000)

3.4.5.2 Processo de Secagem

O processo de secagem tem a função de eliminar a umidade da placa cerâmica crua, que foi necessária para a operação de prensagem. A secagem ocorre em secadores contínuos duração do ciclo de secagem que varia entre 30 a 70 minutos. Durante a secagem, vários controles podem ser efetuados na prensa e na peça prensada, conforme exemplo na TABELA 3.17.

TABELA 3.17 – Exemplo de controles na secagem

CONTROLES
Temperaturas de regulação do secador
Ciclo de secagem
Temperatura da peça na saída do secador
Umidade da peça na saída do secador
Resistência mecânica da placa cerâmica seca

Fonte: (Adaptado de *Manuale per la produzione delle Piastrelle* - Biffi, 2000)

3.4.5.3 Processo de Esmaltação e Decoração

Os processos de esmaltação e decoração são realizados em uma linha de automatizada que contém uma série de equipamentos utilizados para aplicar o esmalte e a decoração na superfície da placa cerâmica. Durante a esmaltação, as placas cerâmicas são transportadas por correias com guias em várias regiões para manter o alinhamento. A primeira camada aplicada sobre a placa cerâmica é o engobe, que tem a função de ser um intermediário entre a base e o esmalte. O esmalte é depositado na superfície da placa, e várias camadas de esmalte podem ser aplicadas, de acordo com a tipologia de produto. Um dos equipamentos utilizados para a aplicação do engobe e dos esmaltes é a campana, que produz uma superfície uniforme e lisa sobre a placa cerâmica (ICE, 1999).

Durante a fase da esmaltação diversos controles devem ser efetuados no esmalte, para garantir a qualidade da aplicação do esmalte. Os controles que podem ser efetuados neste processo estão na TABELA 3.18.

TABELA 3,18 – Exemplo de controles na esmaltação

CONTROLES
Densidade do esmalte
Viscosidade do esmalte
Peso da camada de aplicação

Fonte: (Adaptado de *Manuale per la produzione delle Piastrelle* - Biffi, 2000)

O processo de decoração da placa cerâmica pode ser feito pela técnica da serigrafia placa ou rotativa, ou por meio da técnica de aplicação que utiliza rolos de silicone. Em ambos os casos, a tinta é aplicada pela tela ou rolo de silicone com um desenho é fixado sobre a superfície da placa cerâmica. Dependendo do efeito que se deseja na peça acabada, várias decorações podem ser aplicadas (ICI, 1999).

Os controles que podem ser feitos nas tintas utilizadas de decoração estão descritos na TABELA 3.19.

TABELA 3.19 – Exemplo de controles na decoração

CONTROLES
Densidade
Viscosidade
Peso da camada de aplicação

Fonte: (Adaptado de *Manuale per la produzione delle Piastrelle* - Biffi, 2000)

3.4.5.4 Processo de Queima

Mediante a queima da placa cerâmica, assim como em todos os materiais cerâmicos, são obtidas as características mecânicas adequada aos diversos tipos de utilização do material e as propriedades químicas (Busani, Palmonari & Timellini, 1995).

A queima de placas cerâmicas é a fase central do processo cerâmico e é realizada em fornos contínuos a rolo. Estes fornos têm alta produtividade e facilidade de operação. A estrutura do forno a rolo é modular e a movimentação das peças é feita pela rotação de rolos de alumina que conduzem as placas

cerâmicas dentro do forno. O sistema de combustão é formado por queimadores a gás e ar que ficam posicionados nas paredes da estrutura acima e abaixo dos rolos, e o combustível utilizado é o gás natural. A temperatura é diferente em cada parte ou zona do forno e são definidas pela curva de queima. A temperatura de queima pode variar entre 1.150 e 1.250 °C, dependendo da tipologia de placa cerâmica que está sendo fabricada (Biffi, 2000).

Uma das características que determinam a capacidade de produção de um forno a rolo é o seu comprimento. Um outro fator importante é o ciclo de queima, que vai definir em quanto tempo a placa cerâmica é queimada e que interfere diretamente na qualidade final do produto.

Os controles que podem ser feitos durante a queima estão descritos na TABELA 3.20.

TABELA 3.20 – Exemplo de controles na queima

CONTROLES
Temperaturas de regulação do forno
Pressão no interior do forno
Ciclo de queima

Fonte: (Adaptado de *Manuale per la produzione delle Piastrelle* - Biffi, 2000)

3.4.5.5 Processo de classificação e embalagem

Após a saída do forno, as placas cerâmicas são classificadas por três critérios: tonalidade, classes de qualidade e calibre. Estas classificações são impressas nas embalagens da placa cerâmicas (ABNT,1997-NBR 13818).

As empresas classificam as placas cerâmicas por faixas de tonalidade (ABNT,1997-NBR 13816), fazendo a comparação visual entre a placa cerâmica que está sendo fabricada com uma placa cerâmica utilizada como peça padrão. A tonalidade da peça fabricada pode estar igual, mais escura ou mais clara que a peça.

As placas cerâmicas são avaliadas para verificar se existem defeitos visíveis a olho nu. Esta classificação tem por objetivo subdividir os produtos em classes de qualidade. As placas cerâmicas que não possuem defeitos visíveis a olho nu, são classificadas como produtos de primeira qualidade, extra ou

qualidade A. A norma técnica NBR 13818:1997, anexo A estabelece critérios de classificação para os produtos classificados como de primeira qualidade.

As empresas estabelecem critérios para classificar as placas cerâmicas de segunda qualidade, ou qualidade B, C ou D. A prática de adquirir as placas cerâmicas de segunda qualidade é tradicional no mercado consumidor, já que possuem preços inferiores aos dos produtos classificados como de primeira qualidade.

Os produtos com defeitos visíveis, mas que não são aceitáveis pelo mercado, são descartados e se transformam em rejeitos para a indústria de placas cerâmicas. Algumas empresas possuem processos para reincorporar estes rejeitos na massa cerâmica.

Após a inspeção visual, as peças são classificadas por um dispositivo automático que faz a leitura das dimensões da peça, denominado de calibre. Em virtude das variações dimensionais no comprimento e largura das placas cerâmicas, o calibre classifica as placas cerâmicas em faixas de dimensão (ABNT,1997-NBR 13816). As empresas utilizam três faixas de calibre: central, maior ou menor. Outro dispositivo automático, denominado de planar, mede a planaridade das placas cerâmicas. As peças que não atendem as especificações do calibre e da planaridade não são classificadas como de primeira qualidade.

O controle da qualidade visual das placas cerâmicas realizado em tempo real após a saída do forno, identifica os defeitos provenientes do processo de fabricação permite a intervenção imediata para a correção da causa (Biffi, 2000).

A embalagem das placas cerâmicas é realizada automaticamente, em caixas de papelão. As caixas são colocadas em paletes, de forma manual, ou por robôs. Os paletes ao serem completados são transferidos para a área de estocagem de produtos acabados.

3.5 Normas Técnicas para caracterização das placas cerâmicas

3.5.1 Normas Técnicas mundiais de placas cerâmicas

A “*International Organization for Standardization*” (ISO) é uma organização mundial que desenvolve e edita normas técnicas em nível internacional. A norma técnica ISO 13006 foi editada pela ISO em 1998 e define

os termos, estabelece as classificações, características e requisitos de marcação para placas cerâmicas para revestimento de melhor qualidade comercial e as normas técnicas ISO 10545 (ISO 10545 *Parts* 1 to 17) que definem as metodologias de ensaio de placas cerâmicas. Vários países adotam estas normas técnicas como base para o desenvolvimento de normas técnicas nacionais para os produtos cerâmicos, utilizando-as de forma integral ou adaptando-as às características e interesses de cada país.

3.5.2 Normas Técnicas de placas cerâmicas na Comunidade Europeia

Os países da Comunidade Europeia, Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Eslováquia, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Islândia, Itália, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Baixos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suécia e Suíça adotam a norma EN 14411(AENOR, EN14411:2003), que é baseada nas normas ISO 13006 e ISO 10545 e acrescidas de requisitos adicionais.

3.5.3 Classificação do desempenho de placas cerâmicas na França

A sistemática desenvolvida e aplicada pelo "*Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*" (CSTB) leva em consideração a classificação dos revestimentos de pisos utilizados nas obras de construção segundo código de especificação chamado de UPEC. As quatro letras U, P, E e C designam respectivamente:

U: de "*Usure*", refere-se ao uso quanto ao tráfego de pedestres.

P: de "*Poiçonnement*", refere-se ao puncionamento de efeitos mecânicos resultantes da presença de móveis ou queda de objetos pesados.

E: de "*Eau*", refere-se a consequências da presença de água.

C: de "*Chimique*", leva em conta as consequências da ação química e físico química na superfície dos revestimentos.

As metodologias de ensaio que são utilizadas para a avaliação dos revestimentos podem ser caracterizadas em três categorias:

a) metodologias adotadas de acordo com as normas ISO10545 que são as mesmas normas utilizadas como base para as normas NBR 13818:1997.

b) metodologias adaptadas das normas ISO10545.

c) metodologias desenvolvidas pelo CSTB.

3.5.4 Normas técnicas de placas cerâmicas nos Estados Unidos da América

Nos Estados Unidos, as normas de ensaios de placas cerâmicas para revestimento são definidas pela “*American Society for Testing and Materials*” (ASTM). A nomenclatura e as especificações são definidas pela norma técnica A137.1-1988, editada pela “*American National Standard Specifications for Ceramic Tile*” (ANSI) (ANSI, 1988 -A 137.1).

3.5.5 Normas técnicas de placas cerâmicas na Arábia Saudita

Na Arábia Saudita, as normas de ensaios de placas cerâmicas para revestimentos são definidas pela “*Saudi Arabian Standards Organization*” (SASO) nº 1030/1998 – “*Methods of Test for Ceramic Tiles*” e 1031/1998 – “*Ceramic Tiles*”.

3.5.6 Normas técnicas de placas cerâmicas no Brasil

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é a instituição brasileira responsável pela edição de normas técnicas no Brasil. As normas técnicas brasileiras de placas cerâmicas NBR 13816, NBR 13817 e NBR 13818 foram editadas pela ABNT em 1997 e sua descrição é baseada nas normas internacionais ISO 13006:1995 e ISO 10545 partes 1 a 17 e em razão disto, estas normas são consideradas equivalentes. No ano de 2007, a Associação Brasileira de Normas Técnicas publicou a norma técnica NBR 15.463:2007 que especifica as características técnicas para o produto porcelanato (ABNT, 2007).

Na Tabela 3.21 é apresentada uma correlação entre a numeração das normas técnicas brasileiras, europeias e americanas.

Tabela 3.21 – Correspondência entre as Normas Técnicas de Placas Cerâmicas

Propriedade	Normas Técnicas Brasileiras	Normas Técnicas ISO	Normas Técnicas Europeias	Normas Técnicas Americas
Requisitos e Terminologia	NBR 13816 NBR 13817	ISO 13006	EN14411	ANSI A.137
Determinação da Absorção de Água	NBR 13818 Anexo B	ISO 10545-3	EN-ISO 10545-3	ASTM C 373
Determinação da carga de ruptura e módulo de resistência à flexão	NBR 13818 Anexo C	ISO 10545-4	EN-ISO 10545-4	ASTM C 648
Determinação da resistência à abrasão superficial	NBR 13818 Anexo D	ISO 10545-7	EN-ISO 10545-7	ASTM C1027
Determinação da resistência à abrasão profunda	NBR13818 Anexo E	ISO 10545-6	EN-ISO 10545-6	ASTM C 501
Determinação da resistência ao gretamento	NBR 13818 Anexo F	ISO 10545-11	EN-ISO 10545-11	ASTM C 424
Determinação da resistência ao manchamento	NBR 13818 Anexo G	ISO 10545-14	EN-ISO 10545-14	ASTM C 1378
Determinação da resistência ao ataque químico	NBR 13818 Anexo H	ISO 10545-13	EN-ISO 10545-13	ASTM C 650
Determinação da expansão por umidade	NBR 13818 Anexo J	ISO 10545-10	EN-ISO 10545-10	ASTM C 370
Determinação do coeficiente de atrito	NBR 13818 Anexo N	ISO 10545-17	Declarar método utilizado	ASTM C 1028
Determinação das dimensões, da retitude dos lados, da ortogonalidade dos lados, da curvatura central, da curvatura lateral e do empeno.	NBR 13818 Anexo S	ISO 10545-2	EN-ISO 10545-2	ASTM C 485 C 499 C 502

3.5.7 Terminologia e Classificação de acordo com a norma brasileira

A norma brasileira NBR 13816:1997, Placas Cerâmicas para Revestimento – Terminologia, editada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas define a placa cerâmica como um *“material composto de argila e outras matérias-primas inorgânicas, geralmente utilizadas para revestir pisos e paredes, sendo conformadas por extrusão (representada pela letra A) ou por prensagem (representada pela letra B), podendo também ser conformadas por outros processos (representados pela letra C). As placas são então secadas e queimadas à temperatura de sinterização. Podem ser esmaltadas ou não esmaltadas, em correspondência aos símbolos GL (glazed) ou UGL (unglazed), conforme ISO 13006. As placas são incombustíveis e não são afetadas pela luz.”* (ABNT,1997-NBR 13816).

A classificação principal da placa cerâmica feita norma técnica ABNT NBR 13817 (1997) utiliza a porosidade da base como referência e é medida pela absorção de água. A norma técnica estabelece códigos para classificar o produto (TABELA 3.22), utilizando símbolos compostos por letras e algarismos romanos para denominar os métodos de conformação da base utilizados e de acordo com a absorção de água em faixas estabelecidas.

A conformação da base da placa cerâmica pode ser realizada por prensagem, extrusão ou outro método que não seja a prensagem ou extrusão. Para diferenciar as placas cerâmicas utilizam-se letras para cada tipo de equipamento, sendo extrudada (A), prensada (B) e outros (C).

TABELA 3.22 – Classificação por grupos de absorção de água e métodos de conformação

Faixas Absorção de Água (%)	Métodos de conformação		
	Extrudado	Prensado	Outros
0 < Absorção ≤ 0,5	AI	Bla	CI
0,5 < Absorção ≤ 3		BIb	
3 < Absorção ≤ 6	AIIa	BIIa	CIIa
6 < Absorção ≤ 10	AIIb	BIIb	CIIb
Absorção > 10	AIII	BIII	CIII

Fonte: (ABNT, 1997-NBR 13817)

A classificação da resistência mecânica está associada aos grupos de absorção de água (Tabela 3.23). Os valores apresentados pela norma são classificatórios e não definem se um produto é melhor ou pior. Esta classificação serve para o especificador, de acordo com o uso pretendido.

TABELA 3.23 – Classificação segundo a absorção de água e resistência mecânica

Grupo de Absorção de água	Absorção de água (%)	Espessura da placa cerâmica (mm)	Carga de ruptura (N)	Módulo de resistência à flexão (N/mm ²)
AI	0 a 3 %	≥ 7,5	≥ 1.100	≥ 23
		< 7,5	≥ 700	
Alla	3 a 6%	≥ 7,5	≥ 950	≥ 20
		< 7,5	≥ 600	
Allb	6 a 10 %	-	≥ 900	≥ 17,5
AIll	10 a 20 %	-	≥ 600	≥ 8
Bla	0 a 0,5 %	≥ 7,5	≥ 1.300	≥ 35
		< 7,5	≥ 700	
Blb	0,5 a 3 %	≥ 7,5	≥ 1.100	≥ 30
		< 7,5	≥ 700	
Blla	3 a 6%	≥ 7,5	≥ 1.000	≥ 22
		< 7,5	≥ 600	
Bllb	6 a 10 %	≥ 7,5	≥ 800	≥ 18
		< 7,5	≥ 500	
BIll	10 a 20 %	≥ 7,5	≥ 600	≥ 15
		< 7,5	≥ 400 (Piso) ≥ 200 (Parede)	

Fonte: (ABNT,1997-NBR 13818)

A classificação da resistência à abrasão da superfície é diferente para as placas cerâmicas esmaltadas ou não esmaltadas (TABELA 3.24) e (TABELA 3.25).

Para peças esmaltadas a classificação é feita pela resistência à abrasão superficial (PEI) que está associada com a capacidade de resistência ao desgaste pelo tráfego de pessoas em placas cerâmicas assentadas em pisos (TABELA 3.25).

TABELA 3.24 – Classificação da resistência à abrasão superficial para produtos esmaltados

Estágios de abrasão (Ciclos)	Classe de Abrasão (PEI)
100	0
150	1
600	2
750, 1.500	3
2.100, 6.000, 12.000	4
>12.000 e resistência ao manchamento após abrasão	5

Fonte: (ABNT, 1997-NBR 13818)

A classificação da resistência à abrasão profunda (Tabela 3.25) é utilizada para produtos não esmaltados, como por exemplo, porcelanato não esmaltado.

TABELA 3.25 – Classificação da resistência à abrasão profunda para produtos não esmaltados

Grupo de Absorção de água	Limite de material removido (mm³)
AI	≤ 275
Alla	≤ 393
Allb	≤ 649
AIII	≤ 2.365
Bla, Bla, BIIb	≤ 175
BIIa	≤ 345
BIIb	≤ 540

Fonte: (ABNT, 1997-NBR 13818)

A classificação da resistência ao ataque químico é diferenciada para produtos esmaltados (TABELA 3.26) e não esmaltados (TABELA 3.27).

TABELA 3.26 – Classificação da resistência ao ataque químico para produtos esmaltados

Agente Químico		Classe de Resistência		
		A (Alta)	B (Média)	C (Baixa)
Produtos Domésticos e de Piscina		GA	GB	GC
Produtos Ácidos	Baixa Concentração (L)	GLA	GLB	GLC
e Alcalinos	Alta Concentração (H)	GHA	GHB	GHC

Fonte: (ABNT, 1997-NBR 13817)

TABELA 3.27 – Classificação da resistência ao ataque químico para produtos não esmaltados

Agente Químico		Classe de Resistência		
		A (Alta)	B (Média)	C (Baixa)
Produtos Domésticos e de Piscina		UA	UB	UC
Produtos Ácidos	Baixa Concentração (L)	ULA	ULB	ULC
e Alcalinos	Alta Concentração (H)	UHA	UHB	UHC

Fonte: (ABNT, 1997-NBR 13817)

A classificação da resistência ao manchamento é utilizada para produtos esmaltados e não esmaltados e está relacionada com a dificuldade em se remover as manchas sobre a superfície das placas cerâmicas (TABELA 3.28).

TABELA 3.28 – Classificação da resistência ao manchamento ou classes de limpabilidade

Resistência	Classe de Limpabilidade
Máxima facilidade de remoção da mancha	5
Mancha Removível com produto de limpeza fraco (diluído)	4
Mancha Removível com produto de limpeza forte (concentrado)	3
Mancha Removível com produto ácido ou alcalino	2
Impossibilidade de remover a mancha	1

Fonte: (ABNT, 1997-NBR 13817)

A norma brasileira NBR 13818:1997, Placas Cerâmicas para Revestimento – Especificação e métodos de ensaio estabelece a determinação da resistência ao escorregamento pelo método do coeficiente de atrito dinâmico. Os limites estabelecidos e a indicação de uso (TABELA 3.29) são aplicados para placas cerâmicas com qualquer tipo de acabamento superficial.

TABELA 3.29 – Classificação quanto ao escorregamento.

Coeficiente de atrito	Uso
< 0,4	Satisfatório para instalações normais
≥ 0,4	Recomendado para uso onde se requer resistência ao escorregamento

Fonte: (ABNT,1997-NBR 13818)

3.6 Cor da Massa

A cor que a base obtém após a queima está associada ao tipo e quantidade de óxidos presentes nas matérias-primas utilizadas na fabricação da massa, e a presença de óxido de ferro provoca a cor vermelha na massa (TABELA 3.30). Os produtos esmaltados utilizam uma camada de engobe aplicada entre a base e o esmalte. Nos produtos esmaltados, as cores dos

esmaltes aplicados sobre a base definem a cor da placa cerâmica que ficará visível após sua aplicação.

TABELA 3.30 – Cor da base ou corpo das placas cerâmicas esmaltadas

Cor da base	Características básicas
Branca	Cor branca, bege ou cinza em tons claros.
Vermelha	Cor vermelha ou marrom em tons escuros

Nos produtos não esmaltados, a cor da base define a cor final da placa cerâmica. Nos porcelanatos não esmaltados a cor da base é obtida por meio de diversas técnicas de mistura e conformação com massas com cores diferentes.

Os produtores italianos utilizam argila branca e os espanhóis usam argila vermelha, que é mais barata e de mais fácil acesso. Não há diferença em termos de qualidade no produto final, mas os produtores italianos conseguiram criar a imagem de que as placas cerâmicas com base branca são melhores Meyer-Stamer, Maggi & Seibel (2001). Embora não estejam especificados na norma técnica, dois aspectos são levados em consideração no mercado: a cor da base, branca ou vermelha e o método de preparação da massa da base da placa cerâmica que pode ser por via úmida ou via seca.

4 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho foi feita a avaliação da qualidade em amostras de placas cerâmicas produzidas no Brasil utilizando as metodologias de ensaio e as especificações da norma técnica NBR 13818, buscando determinar se ainda ocorriam desvios de qualidade como em avaliações anteriores realizadas pelo Inmetro em 1998, dados do PBQP-H e por Menegazzo (2004).

Foi realizada uma pesquisa de campo para avaliar as práticas de qualidade gestão de um grupo representativo de empresas fabricantes de placas cerâmicas para prover subsídios para a elaboração de um modelo de gestão da qualidade para a indústria de placas cerâmicas.

4.1 Amostragem e métodos de ensaio para a avaliação da placa cerâmica

Para a avaliação da qualidade foram utilizadas placas cerâmicas produzidas no Brasil, fabricadas por empresas que utilizam o processo preparação da massa por moagem por via seca e por via úmida (TABELA 4.1).

As amostras são representativas de 52 empresas localizadas no Estado de São Paulo. As empresas do Estado de São Paulo produziram 362 milhões de m² de placas cerâmicas em 2005, representando 63,7% da produção brasileira (ANFACER, 2006). Estas amostras representam 77% empresas da região de Santa Gertrudes e os outros 23% representam as empresas do restante do estado.

TABELA 4.1 – Empresas avaliadas por tipo de processo de produção da massa

Tipo de processo	Número de Empresas	Participação
Via úmida	12	23%
Via Seca	40	77%
Total	52	100%

As amostras foram coletadas diretamente nos depósitos das empresas cerâmicas de forma aleatória no período de junho de 2004 a abril de 2005 e,

somente, foram retiradas amostras de placas cerâmicas classificadas como de primeira qualidade.

As placas cerâmicas avaliadas foram conformadas por prensagem e provenientes dos grupos de absorção de água Bla, BIIa, BIIb e BIII (TABELA 4.2).

TABELA 4.2 – Tipologias de placas cerâmicas avaliadas

Grupo de Absorção de água	Absorção de água (%)	Espessura da placa cerâmica (mm)
Bla	0 a 0,5 %	$\geq 7,5$
BIIa	3 a 6%	$\geq 7,5$ $< 7,5$
BIIb	6 a 10 %	$\geq 7,5$ $< 7,5$
BIII	10 a 20 %	$\geq 7,5$ $< 7,5$

As metodologias de ensaios que foram selecionadas envolvem as propriedades físicas e químicas necessárias para caracterizar as placas cerâmicas definidas na norma técnica NBR 13818 (TABELA 4.3).

TABELA 4.3 – Ensaios para caracterização das placas

Título do ensaio	Norma Técnica NBR 13818
1- Determinação da Absorção de Água	Anexo B
2- Determinação da carga de ruptura	Anexo C
3- Determinação da resistência à abrasão superficial	Anexo D
4- Determinação da resistência à abrasão profunda	Anexo E
5- Determinação da resistência ao gretamento	Anexo F
6- Determinação da resistência ao manchamento	Anexo G
7- Determinação da resistência ao ataque químico	Anexo H
8- Determinação da expansão por umidade	Anexo J
9- Determinação das dimensões, da retitude dos lados, da ortogonalidade dos lados, da curvatura central, da curvatura lateral e do empeno.	Anexo S
Limites de especificação	Quadros VI a X

Fonte: (ABNT, 1997 – NBR 13818).

4.2 Desenvolvimento do Modelo de Gestão

Para desenvolver o modelo de gestão, foram levados em consideração os conhecimentos e os estudos realizados nas metodologias de gestão da qualidade, nas técnicas de controle de matérias-primas e do processo de fabricação e nas especificações técnicas das placas cerâmicas.

O modelo de gestão proposto para a fabricação da placa cerâmica foi fundamentado no controle da matéria-prima, no controle do processo e o controle do produto acabado para garantir que o cliente receba um produto que atenda as especificações técnicas e ao mesmo tempo satisfaça das expectativas dos clientes. A empresa deve estabelecer atividades pós venda para identificar e corrigir problemas de qualidade que cheguem ao mercado.

No esquema descrito no QUADRO 4.1 foram descritas as etapas nas quais os controles devem ser executados durante a fabricação da placa cerâmica.

QUADRO 4.1 – Etapas de controle para a fabricação da placa cerâmica

Nesta proposta estão sendo considerados os controles mínimos que devem ser utilizados durante fabricação da placa cerâmica, mas não é necessário que estejam restritos a apenas eles.

I) Controle no recebimento das matérias-primas

As matérias-primas são utilizadas para a fabricação da placa cerâmicas e interferem diretamente na qualidade do produto acabado. As especificações técnicas de cada matéria-prima, critérios de aceitação e rejeição devem ter as definidas e documentadas.

As matérias-primas podem ser oriundas de jazidas próprias ou adquiridas de fornecedores qualificados que devem ser selecionados e avaliados para verificar a capacidade de fornecer produtos que atendam as especificações.

Quando as matérias-primas forem recebidas deve haver um controle para verificar e assegurar que a entrega foi feita em conformidade com os requisitos especificados.

As matérias-primas devem ser identificadas no recebimento para determinar o estado de inspeção: aguardando liberação, aprovada ou reprovada.

Na etapa de recebimento da matéria-prima devem ser realizados os controles da matéria-prima (QUADRO - 4.2), antes que passem a ser utilizadas na fabricação da placa cerâmica.

QUADRO 4.2 – Controle no recebimento da matéria-prima

Uma amostra representativa da matéria-prima deve ser retirada para execução dos ensaios de avaliação e para verificar o atendimento das especificações técnicas.

No recebimento das matérias-primas para a fabricação da massa devem ser feitos controles para garantir as propriedades da base ou corpo cerâmico, como por exemplo, a resistência mecânica a verde e após queima e as dimensões da placa. O método de preparação da massa vai interferir na quantidade de controles. Na preparação da massa pelo processo da via seca são

utilizadas poucas argilas, às vezes, apenas uma (TABELA 4.4). Na preparação da massa pelo processo da via úmida é utilizada uma mistura de matérias-primas argilosas (TABELA 4.5) e não argilosas em sua composição como filito, talco, quartzo e feldspato.

TABELA 4.4 - Controles de recebimento das matérias-primas argilosas

Etapa	Controle (o que deve ser medido)
Recebimento das matérias primas para a fabricação da massa	Umidade
	Granulometria
	Teor de calcário por calcimetria
	Cor a verde
	Módulo de resistência à flexão a verde úmida
	Módulo de resistência à flexão a verde seca
	Módulo de resistência à flexão sinterizada
	Absorção de água
	Perda ao fogo
	Retração após secagem
	Retração após queima
	Expansão por umidade
	Cor após queima
	Dilatação térmica linear
	Densidade aparente

TABELA 4.5 - Controles de recebimento das matérias-primas não argilosas

Etapa	Controle (o que deve ser medido)
Recebimento das matérias primas para a fabricação da massa	Umidade
	Granulometria
	Cor a verde
	Módulo de resistência à flexão a verde úmido
	Módulo de resistência à flexão a verde seco
	Módulo de resistência à flexão queimada
	Absorção de água
	Perda ao fogo
	Retração após secagem
	Retração após queima
	Expansão por umidade
	Cor após queima
	Dilatação térmica linear
	Densidade aparente

No recebimento das matérias-primas para a fabricação dos esmaltes devem ser feitos controles para garantir as propriedades da superfície esmaltada da placa cerâmicas, como por exemplo, a resistência ao ataque químico, manchamento e resistência à abrasão superficial.

TABELA 4.6 - Controles no recebimento das matérias-primas utilizadas nos esmaltes e corantes

Etapa	Controle (o que deve ser medido)
Recebimento dos esmaltes	Cor (contra padrão)
	Textura (contra padrão)
	Fusibilidade (contra padrão)
	Transparência
	Brilho
	Dilatação térmica linear
Recebimento dos corantes	Cor (contra padrão)
	Textura (contra padrão)
	Fusibilidade (contra padrão)

Os ensaios e controles de recebimento das matérias-primas devem ser executados de acordo com metodologias padronizadas descritas em procedimentos que devem ser aprovados e revisados quando houver alterações. A execução dos ensaios e controles deve ser feita por pessoal treinado nos procedimentos, que devem ficar disponíveis para consulta quando necessário.

Após a execução dos ensaios, deve ser feita a identificação de aprovação ou reprovação da matéria-prima. Quando uma matéria-prima for reprovada durante o recebimento, ela deve ser separada e identificada para não ser utilizada.

Os controles podem ser realizados em laboratórios internos ou em laboratórios externos especializados. Quando a empresa tiver laboratórios internos, os equipamentos e dispositivos utilizados devem ser calibrados por instituição acreditada ou que possua padrões rastreáveis.

O armazenamento das matérias-primas deve ser efetuado em áreas apropriadas para não prejudicar as suas propriedades.

As matérias-primas a granel são estocadas ao abrigo da chuva para evitar as alterações de umidade.

Os materiais que não se incorporam na placa cerâmica como estampos de prensagem, matrizes serigráficas e embalagens devem ser identificadas e controladas antes de serem colocados em produção. Normalmente, os controles efetuados são visuais para confirmar as características especificadas nos desenhos e projetos destes materiais.

TABELA 4.7 - Controles no recebimento dos materiais que não se incorporam ao produto

Etapa	Controle (o que deve ser medido)
Estampos	Formato
	Dimensões
	Acabamento superficial
Matrizes serigráficas	Desenho
	Acabamento superficial
	Teste prático de aplicação
Embalagem	Impressão
	Dobras e cortes

II) Controle do processo produtivo

Os controles efetuados durante os processos de fabricação da placa cerâmica são essenciais para garantir a qualidade do produto acabado.

A maioria dos equipamentos utilizados, atualmente, na fabricação da placa cerâmica são automatizados e os controles devem ser realizados durante as etapas de fabricação (QUADRO - 4.3).

QUADRO 4.3 – Controle do processo de fabricação

O processo de fabricação da placa cerâmica envolve, basicamente, três etapas: preparação da massa para a fabricação da base da placa cerâmica, preparação dos esmaltes e tintas, e fabricação da placa cerâmica.

Os controles efetuados durante o processo de preparação da massa dependem da tecnologia de preparação que pode ser feita pelo processo via úmida (QUADRO 4.4) ou via seca (QUADRO 4.5).

A via úmida utiliza um processo de moagem menos automatizado que a via seca e a atuação do pessoal que faz a preparação da massa é maior. As diversas matérias-primas utilizadas devem ter sido controladas e aprovadas no recebimento, que são dosadas de acordo com uma formulação estabelecida previamente. Os controles que devem ser efetuados durante cada etapa da preparação da massa pela via úmida estão esquematicamente descritos no QUADRO (4.4).

QUADRO 4.4 - Controles na preparação da massa por via úmida

A via seca utiliza um processo de moagem automatizado e a atuação do pessoal que faz a preparação da massa se resume a alimentação do caixão dosador e os controles durante a preparação da massa. Neste processo a argila ou argilas utilizadas devem ter sido controladas e aprovadas no recebimento e a dosagem é realizada volumetricamente. Os controles que devem ser efetuados durante cada etapa da preparação da massa pela via seca estão esquematicamente descritos no QUADRO (4.5).

QUADRO 4.5 – Controles na preparação da massa por via seca

As diversas matérias-primas que compõem o esmalte devem ter sido controladas e aprovadas no recebimento e são dosadas de acordo com uma formulação estabelecida previamente. Algumas empresas adquirem o composto, que são esmaltes dosados pelos coloríficos e, neste caso, a dosagem foi feita previamente no fornecedor. Os controles que devem ser efetuados durante cada etapa da preparação dos esmaltes estão esquematicamente descritos no QUADRO (4.6).

QUADRO 4.6 – Controles na preparação dos esmaltes

Os controles que devem ser efetuados durante a fabricação das placas cerâmicas são independentes da tecnologia de preparação da massa. A massa que é enviada para a prensagem deve ter sido previamente controlada e aprovada, o mesmo deve ocorrer com os esmaltes e tintas. Esta etapa do processo produtivo da placa cerâmica ocorre em equipamentos automatizados, que transferem o produto para a fase seguinte do processo sem a intervenção humana. Os controles que devem ser efetuados durante cada etapa de fabricação estão esquematicamente descritos no QUADRO (4.7).

Os ensaios e controles durante a fabricação devem ser executados de acordo com metodologias padronizadas descritas em procedimentos que devem ser aprovados e revisados quando houver alterações. Os limites de aceitação de cada variável controlada devem ser especificados e documentados.

A execução dos ensaios e controles deve ser feita por pessoal treinado nos procedimentos, que devem ficar disponíveis para consulta quando necessário e cada resultado obtido deve ser comparado com as especificações e registrados. O pessoal que executa as atividades de controle no processo deve estar treinado para tomar as ações de correção nos casos em que os resultados dos controles fiquem fora dos limites especificados.

QUADRO 4.7 - Controles na fabricação da placa cerâmica

Os equipamentos e dispositivos utilizados para os controles realizados durante o processo produtivo devem ser calibrados por instituição acreditada ou que possua padrões rastreáveis.

III) Controle do produto acabado

Após a etapa de fabricação (QUADRO - 4.8), devem ser realizados os controles para verificar se a placa cerâmica fabricada está atendendo às especificações das normas técnicas.

QUADRO (4.8) – Controle do produto acabado

Os controles no produto acabado devem ser realizados de acordo com as metodologias de ensaio das normas técnicas e dever ser levado em consideração os mercados para os quais as placas cerâmicas serão comercializadas (TABELA 4.8).

TABELA 4.8 – Exemplo de normas técnicas de acordo com os mercados das placas cerâmicas

Propriedade	Normas Técnicas Brasileiras	Normas Técnicas ISO	Normas Técnicas Europeias	Normas Técnicas Americas	Normas Técnicas Arábia Saudita
Requisitos e Terminologia	NBR 13816 NBR 13817	ISO 13006	EN14411	ANSI A.137	SASO 1030 e 1031
Métodos de Ensaio	NBR 13818	ISO 10545	EN-ISO 10545	ASTM	

Os ensaios para caracterização da placa cerâmica podem ser realizados em laboratórios internos, ou a empresa pode contratar o serviço de laboratórios externos especializados e acreditados por organismo reconhecido.

Quando a empresa tiver laboratórios internos, os equipamentos e dispositivos utilizados devem ser calibrados por instituição acreditada ou que possua padrões rastreáveis.

A empresa deve possuir um setor de controle de qualidade independente da área produtiva, que controle a realização dos ensaios

necessários. O controle de qualidade deve ser responsável pelas atividades referentes à amostragem e aos ensaios, bem como as atividades de liberação do produto. Os produtos que não atenderem às especificações estabelecidas devem ser reprovados.

Os produtos aprovados e liberados para a venda devem ser armazenados em áreas com capacidade suficiente para possibilitar o estoque e para evitar danos aos produtos. O armazenamento pode ser feito em galpões fechados, protegidos das intempéries ou podem ficar a céu aberto.

Os produtos estocados devem ser periodicamente verificados para identificar se não ocorreu deterioração das embalagens ou avaria em razão da movimentação e do transporte.

Caso sejam encontrados danos ao produto ou na embalagem durante a verificação, o produto deve ser segregado e ficar indisponível para a comercialização. As embalagens ou peças danificadas devem ser substituídas e o produto deve ser novamente inspecionado, antes de estar disponível para a comercialização.

IV) Atividades pós venda – reclamações de clientes

A empresa deve manter controle sobre as reclamações dos clientes sobre a qualidade da placa cerâmica por ela fabricada. As reclamações sobre os produtos comercializados devem ser examinadas, registradas e as causas dos desvios de qualidade, investigadas e documentadas. Devem ser tomadas medidas apropriadas, com relação aos produtos com desvio de qualidade e, devem ser adotadas providências para prevenir reincidências e aperfeiçoar a qualidade produzida.

As reclamações e demais informações referentes aos produtos com possíveis desvios de qualidade devem ser, cuidadosamente, investigadas e registradas, de acordo, com os procedimentos estabelecidos.

V) Gestão da Qualidade

As atividades de gestão da qualidade devem ser implantadas na empresa e deve ser difundida para todos os funcionários. As responsabilidades pela gestão da qualidade devem ser definidas claramente e estão relacionados com:

- controle, atualização e distribuição dos procedimentos.
- utilização dos procedimentos como ferramentas básicas para o treinamento de todos os funcionários da empresa.
- registros requeridos para controle dos processos de fabricação incluindo as sistemáticas para guarda e tempo de arquivamento.
- estabelecimento de uma sistemática para o desenvolvimento de novos produtos, validação dos controles do produto antes do lançamento do produto no mercado.
- acompanhamento das melhorias no processo produtivo e nos produtos.
- criação de uma sistemática para a investigação de desvios de qualidade, ações corretivas e ações preventivas.
- coordenação de auditorias internas para verificar se as atividades da gestão da qualidade estão sendo executadas de maneira satisfatória. O programa de auditoria interna deve ser planejado e executado para detectar deficiências na fabricação da placa cerâmica e poderá recomendar as ações corretivas e preventivas, quando for necessário.

4.3 Seleção de empresas participantes da avaliação da gestão da qualidade

As empresas fabricantes de placas cerâmicas que participaram deste trabalho foram selecionadas de acordo com a localização, participação no mercado quanto ao volume de produção e o método de preparação da massa.

O trabalho foi realizado com quatro empresas fabricantes de placas cerâmicas. As quatro empresas que participaram deste trabalho de campo estavam localizadas no Estado de São Paulo, onde se concentrava 63,7% da produção brasileira de placas cerâmicas em 2005 (ANFACER, 2006).

As empresas eram de grande porte e tinham uma participação de 14% em relação ao total de volume de produção do Brasil em 2005 e representavam os dois métodos de preparação da massa utilizados pela indústria de placas cerâmicas. Três empresas utilizavam a preparação da massa por moagem via seca e uma empresa por moagem via úmida. Para preservar a confidencialidade,

o nome das quatro empresas estudadas não foi colocado neste trabalho, em seu lugar foram utilizados códigos numéricos em algarismo romano de I a IV, para identificar cada empresa. Na TABELA 4.9 é apresentada a codificação utilizada, o processo de moagem e o nível de produção das empresas estudadas.

TABELA 4.9 – Codificação das empresas estudadas

Empresa	Preparação da massa	Produção em milhões de metros quadrados por mês	Localização
I	Via seca	Entre 1,5 a 2,0	Interior de SP
II	Via seca	Acima de 2,0	Interior de SP
III	Via úmida	Entre 0,5 a 1,0	Interior de SP
IV	Via seca	Acima de 2,0	Interior de SP

4.4 Implantação do modelo de Gestão

A metodologia utilizada para a implantação do modelo de gestão foi baseada na metodologia de pesquisa-ação, proposta por Thiollent (1997). A pesquisa ação pertence aos métodos de pesquisa social aplicada que se concentra em torno dos problemas presentes nas atividades de uma organização, por meio da elaboração de diagnósticos, identificação de problemas e busca de soluções. Neste trabalho foi realizado um diagnóstico das empresas pesquisadas e buscando soluções para os problemas identificados.

O diagnóstico foi realizado de maneira interativa com as pessoas que atuam nas empresas pesquisadas possibilitando um processo de aprendizagem dos participantes.

De acordo com Thiollent (1997), a pesquisa-ação não tem uma forma predefinida, no entanto pode-se considerar que existem pelo menos quatro fases.

- Na fase exploratória são detectados os problemas, os envolvidos, a capacidade para a ação e os tipos de ação possíveis.
- Na fase de pesquisa aprofundada, a situação é pesquisada por meio da coleta de dados que são discutidos e interpretados.
- Na fase de ação são difundidos os resultados, definidos os objetivos alcançáveis por meio de ações concretas e apresentação de propostas.

- Na fase de avaliação é feita a observação do que aconteceu e se resgata o conhecimento produzido no decorrer do processo.

Uma das questões mais importante foi identificar empresas cuja direção da empresa compreendesse as razões da implantação de uma sistemática para a gestão da qualidade e considerasse os possíveis benefícios para a empresa, como a melhoria da qualidade, a redução de desperdícios, o aumento da confiança dos clientes e do prestígio da marca (Juran, 1993).

Para implantar o modelo de gestão proposto foram estabelecidas algumas etapas.

- Primeira Etapa: Definição da equipe de implantação

Primeiramente foi definida uma equipe de implantação e, um responsável para atuar como coordenador. A equipe foi formada por pessoas com conhecimento técnico do produto e do processo e, também, de princípios de gestão da qualidade. O coordenador da equipe era o responsável pela qualidade e tinha acesso a todos os níveis hierárquicos da empresa.

- Segunda etapa: Avaliação inicial da empresa

A segunda etapa da aplicação do modelo de gestão proposto foi realizada por meio de uma avaliação inicial da empresa, utilizando o “Roteiro para Avaliação de Empresas Fabricantes de Placas Cerâmicas” (APÊNDICE A). Esta avaliação foi feita pela técnica de auditoria no processo produtivo da empresa, buscando as evidências que comprovassem a situação de cada requisito. (ABNT, 2000, NBR ISO 19011).

Cada requisito do questionário “Roteiro para Avaliação de Empresas Fabricantes de Placas Cerâmicas” foi preenchido com a letra “X” na coluna correspondente, determinando se o requisito estava implantado (Sim) ou não implantado (Não).

Para comparar os resultados da avaliação de cada empresa foi criado um indicador de implantação denominado de “Índice de implantação do modelo de gestão da qualidade” e que foi estabelecido utilizando a metodologia de cálculo, conforme o exemplo apresentado na TABELA 4.10.

TABELA 4.10 – Método de cálculo do índice de implantação do modelo de gestão da qualidade

Item	Atividades	Requisitos avaliados	Requisitos implantados	Índice de Implantação (%)
1	Administração e informações gerais	8	A	$\frac{A \times 100}{8}$
2	Instalações	5	B	$\frac{B \times 100}{5}$
3	Recebimento e inspeção de matérias-primas	21	C	$\frac{C \times 100}{21}$
4-	Produção	56	D	$\frac{D \times 100}{56}$
5-	Controle da qualidade e inspeção do produto acabado	23	E	$\frac{E \times 100}{23}$
6-	Armazenamento e expedição do produto	12	F	$\frac{F \times 100}{12}$
7-	Reclamação de clientes	7	G	$\frac{G \times 100}{7}$
8-	Gestão da qualidade	17	H	$\frac{H \times 100}{17}$
Total		149	T (soma de A a H)	$\frac{T \times 100}{149}$

Após a aplicação do questionário, foi calculado o índice de implantação do modelo de gestão da qualidade em cada uma das empresas. O questionário detalhado e os resultados são apresentados no APÊNDICE A e APÊNDICE B.

- Terceira etapa: Identificação da implantação dos requisitos da gestão da qualidade

Na terceira etapa foi feita a identificação dos requisitos da gestão da qualidade que estavam implantados na empresa, de acordo com o modelo proposto. Para os requisitos não implantados, foram determinadas as causas para que assim fosse possível estabelecer as soluções.

- Quarta etapa: Implantação dos requisitos previstos no modelo de gestão

Nesta etapa da aplicação do modelo de gestão, ocorreu a intervenção nos processos da empresa para a implantação dos itens que não estavam implantados na avaliação inicial.

Nesta etapa foi realizada a capacitação dos membros da equipe de implantação e dos funcionários da empresa que estavam envolvidos com os processos da fabricação que afetavam a qualidade do produto. Foi dada especial atenção para a conscientização sobre a importância do comprometimento com a

melhoria da qualidade, para o cumprimento das metodologias estabelecidas e da importância em atender às expectativas dos clientes. O responsável pela condução dos trabalhos foi o coordenador da equipe de implantação, que atuou como um facilitador para as atividades da qualidade.

- Quinta etapa: Verificação da implantação

Para verificar a implantação do modelo foi realizada uma avaliação final da empresa por meio do “Roteiro para Avaliação de Empresas Fabricantes de Placas Cerâmicas” (APÊNDICE B), por meio de auditoria no processo produtivo da empresa, buscando as evidências que comprovassem a situação de cada requisito para verificar a implantação dos requisitos do modelo de gestão.

- Sexta etapa: Análise dos resultados da implantação

A análise dos resultados compreendeu o cálculo do índice de implantação do modelo de gestão da qualidade na avaliação final e a comparação com os resultados obtidos na avaliação inicial de cada empresa. Além disso, foram realizadas avaliações de amostras dos produtos das empresas participantes, após a implantação do modelo de gestão (Apêndice A), por meio da execução de ensaios de acordo com a norma técnica brasileira NBR 13818.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Avaliação da qualidade das placas cerâmicas

A avaliação da qualidade das placas cerâmicas foi feita de acordo com as metodologias de ensaio e os critérios de aprovação estabelecidos na norma técnica NBR 13818. Os ensaios foram realizados no laboratório do CITEC-CCB.

5.1.1 Determinação da absorção de água

A avaliação da absorção de água foi realizada em 1196 amostras de placas cerâmicas de acordo com a metodologia da norma técnica NBR 13818:1997 - anexo B e os resultados demonstraram que 2,8% das amostras ensaiadas ficaram não conformes.

Foram avaliadas amostras de produtos dos grupos de absorção Bla, BIIa, BIIb e BIII, de acordo com a distribuição percentual representada na FIGURA 5.1.

FIGURA 5.1 - Distribuição percentual das amostras por grupos de absorção na determinação da absorção de água

Avaliando as amostras por classe de absorção de água, verificou-se que nas amostras do produto da classe BIIb, 2,8% dos resultados dos ensaios ficaram acima do limite de especificação da norma técnica e foram consideradas não conformes (FIGURA 5.2).

FIGURA 5.2 - Porcentagem de amostras conformes e não conformes no ensaio de absorção de água do grupo BIIb

Nas amostras de placas cerâmicas da classe BIIa, 2,6 % das amostras ficaram acima do limite de especificação da norma técnica e foram consideradas não conformes (FIGURA 5.3).

FIGURA 5.3 – Porcentagem de amostras conformes e não conformes no ensaio de absorção de água dos produtos do grupo BIIa

Todas as amostras de placas cerâmicas das classes BIa e BIII avaliadas ficaram conformes com as especificações da norma técnica NBR 13818.

5.1.2 Determinação da carga de ruptura

A avaliação da carga de ruptura das placas cerâmicas foi realizada em 575 amostras do grupo de absorção de água BIb, de acordo com a metodologia da norma técnica NBR 13818 - anexo C. A norma técnica possui duas classes para a especificação dos limites da carga de ruptura na placa cerâmica. Embora existam duas classes de valores para os limites da carga de ruptura da placa cerâmica que são estabelecidas de acordo com a espessura da placa cerâmica, a norma técnica NBR 13818 não especifica as condições em que cada classe de espessura é apropriada ao uso.

Para as placas cerâmicas com espessura menor que 7,5 mm, o limite mínimo da carga de ruptura é 500 N e para espessura maior ou igual a 7,5 mm, o limite de carga de ruptura é de 800 N.

A norma técnica NBR 13818 estabelece que o fabricante deve declarar qual a espessura da placa cerâmica fabricada. Desta forma, para avaliar a conformidade do produto é necessário verificar a espessura declarada e se a carga de ruptura medida no ensaio está acima dos limites de especificação para a respectiva classe de espessura.

Os resultados obtidos nos ensaios da carga de ruptura com as amostras de placas cerâmicas com espessura maior ou igual a 7,5 mm são apresentados na FIGURA 5.4. Foram avaliadas 441 amostras e 396 amostras ficaram conforme a norma técnica NBR 13818, porque os valores obtidos estavam acima do limite mínimo especificado de 800 N e, 45 amostras ficaram não conformes porque os resultados estavam abaixo do limite.

FIGURA 5.4 – Resultado do ensaio de carga de ruptura de amostras de placas cerâmicas com espessura igual ou maior que 7,5 mm

Os resultados da carga de ruptura com as amostras de placas cerâmicas com espessura menor que 7,5 mm são apresentados na FIGURA 5.5.

Todas as 134 amostras de placas cerâmicas avaliadas apresentaram valores acima da especificação de 500N.

FIGURA 5.5 – Resultado do ensaio de carga de ruptura de amostras de placas cerâmicas com espessura menor que 7,5 mm

5.1.3 Determinação da resistência à abrasão superficial

A resistência à abrasão superficial para os pisos esmaltados é conhecida na indústria e no mercado consumidor como PEI. De acordo com a norma técnica NBR 13818:1997, as classes de abrasão podem ser de 0 a 5 e o fabricante deve declarar o valor. Os valores mais elevados indicam que a placa cerâmica tem maior resistência à abrasão superficial. A porcentagem de amostras avaliadas por classe de abrasão superficial é apresentada na FIGURA 5.6.

FIGURA 5.6 - Distribuição percentual das amostras por classe de abrasão superficial

Os resultados da avaliação da resistência à abrasão superficial de placas cerâmicas esmaltadas demonstraram que esta é uma característica crítica, em virtude do elevado número de amostras não conformes. Na avaliação da resistência à abrasão superficial, as classes de abrasão declaradas pelos fabricantes foram verificadas de acordo com o método de ensaio norma NBR 13181 - anexo D em 1533 amostras e 212 amostras apresentaram valores abaixo do declarado. Na FIGURA 5.7 são apresentados os resultados da resistência à abrasão superficial por classe de abrasão e a porcentagem de cada classe que deixou de atender as especificações da norma técnica NBR 13818.

Não foram observadas não conformidades nas classes de abrasão declaradas como 0 e 1. Para as outras classes de abrasão, os resultados não conformes foram verificados nos ensaios que apresentaram valores abaixo do declarado pelos fabricantes, em 38,7 % das amostras da classe 5, em 8,3% das amostras da classe 4, em 12,1 % das amostras da classe 3 e em 5,7% das amostras da classe 2.

FIGURA 5.7 – Resultados da conformidade no ensaio de determinação da abrasão superficial

O ensaio de determinação da resistência à abrasão superficial (PEI) estabelecido pela norma técnica NBR 13818 utiliza a perda do aspecto, avaliada visualmente, como forma de classificação da classe de abrasão, de tal forma que os produtos com classe de abrasão (PEI) mais elevada têm perda de aspecto menor que aqueles com classe inferior. Pelo fato da avaliação ser visual, os resultados deste ensaio podem estar sujeitos às diferenças na interpretação do observador, em razão da subjetividade na avaliação da perda de aspecto. Além disso, outras variáveis também podem interferir no resultado como, diferenças nas etapas de realização do ensaio, cor e tonalidade da superfície da placa cerâmica.

O mercado, alheio à subjetividade deste ensaio, utiliza a classificação da abrasão superficial, como um dos critérios para definir o preço da placa cerâmica, de tal forma que os produtos com classe maior são mais valorizados.

5.1.4 Determinação da resistência à abrasão profunda

Para os produtos não esmaltados, a norma técnica NBR 13818 - anexo E estabelece o ensaio de determinação da resistência à abrasão profunda. As seis amostras avaliadas estavam de acordo com as especificações.

5.1.5 Determinação da resistência ao gretamento

A determinação da resistência ao gretamento foi realizada de acordo com a norma técnica NBR 13818 - anexo F em 1102 amostras e os resultados demonstraram que 34 amostras avaliadas apresentaram-se não conformes. Foram avaliadas amostras de produtos dos grupos de absorção Bla, Blla, Bllb e Blll, de acordo com a distribuição percentual representada na FIGURA 5.8.

FIGURA 5.8 - Distribuição percentual das amostras por grupos de absorção na determinação do gretamento

Nas amostras do produto de classe Bllb, 3,3% dos resultados dos ensaios apresentaram gretamento e foram consideradas não conformes (FIGURA 5.9). Nas amostras da classe Blla, 1,7 % das amostras apresentaram gretamento e foram consideradas não conformes (FIGURA 5.10). Todas as amostras de placas cerâmicas das classes Bla e Blll avaliadas ficaram conformes com a norma técnica NBR 13818.

FIGURA 5.9 - Porcentagem de amostras conformes e não conformes no ensaio de gretamento do grupo Bllb

FIGURA 5.10 - Porcentagem de amostras conformes e não conformes no ensaio de gretamento do grupo BIIa

5.1.6 Determinação da resistência ao manchamento

A determinação da resistência ao manchamento foi realizada de acordo com a norma técnica NBR 13818 - anexo G em 814 amostras de placas cerâmicas e os resultados demonstraram que duas amostras não estavam conformes com as especificações. Foram avaliadas amostras de produtos dos grupos de absorção Bla, BIIa, BIIb e BIII, de acordo com a distribuição percentual representada na FIGURA 5.11. As duas amostras que apresentaram não conformidade no ensaio de manchamento pertenciam ao grupo de absorção Bla da tipologia porcelanato não esmaltado e polido. Todas as amostras de placas cerâmicas esmaltadas dos grupos de absorção Bla, BIIa, BIIb e BIII ficaram conformes com a norma técnica NBR 13818.

FIGURA 5.11 - Distribuição percentual das amostras por grupos de absorção na determinação do manchamento

5.1.7 Determinação da resistência ao ataque químico

A determinação da resistência ao ataque químico foi realizada de acordo com a norma técnica NBR 13818 - anexo H em 968 amostras de placas cerâmicas e os resultados demonstraram que duas amostras não estavam conformes com a norma técnica 13818. Foram avaliadas amostras de produtos dos grupos de absorção Bla, BIIa, BIIb e BIII, de acordo com a distribuição percentual representada na FIGURA 5.12.

FIGURA 5.12 - Distribuição percentual das amostras por grupos de absorção na determinação do ataque químico

As amostras que pertenciam ao grupo de absorção Bla não apresentaram produtos abaixo do limite de especificação da norma técnica NBR 13818. As não conformidades nas amostras de placas cerâmicas pertencentes aos grupos de absorção BIIa foram de 1,9%, de acordo com a FIGURA 5.13.

FIGURA 5.13 - Porcentagem de amostras conformes e não conformes no ensaio de ataque químico do grupo Bla

As não conformidades nas amostras de placas cerâmicas pertencentes ao grupo de absorção BIIb na avaliação realizada foram de 2,6% (FIGURA 5.14).

FIGURA 5.14 - Porcentagem de amostras conformes e não conformes no ensaio de ataque químico do grupo BIIb

As placas cerâmicas que foram avaliadas e são pertencentes ao grupo de absorção BIII tiveram 4,5% de não conformidade, de acordo com as FIGURA 5.15.

FIGURA 5.15 - Porcentagem de amostras conformes e não conformes no ensaio de ataque químico do grupo BIII

5.1.8 Determinação da expansão por umidade

A avaliação da expansão por umidade foi realizada de acordo com a norma técnica NBR 13818 - anexo J em 87 amostras e 15 apresentaram valores não conformes com a norma técnica 13818. Todas as amostras não conformes

pertencem ao grupo de absorção BIIb e BIII, de acordo com a distribuição percentual representada na FIGURA 5.16.

FIGURA 5.16 – Resultado do ensaio de expansão por umidade de amostras de placas cerâmicas

Durante a realização deste estudo que fez a avaliação da qualidade das placas cerâmicas, foi observado que várias empresas haviam substituído as argilas utilizadas na fabricação de placas cerâmicas do grupo BIIb pela via seca. Este fato ocorreu em virtude de que a extração de argila em algumas jazidas havia sido interrompida em virtude de problemas ambientais. As alterações nas formulações das massas podem ter contribuído para os resultados de não conformidades no ensaio de determinação da expansão por umidade.

5.1.9 Determinação das dimensões

A avaliação das características dimensionais foi realizada conforme a metodologia definida na norma técnica NBR 13818 - anexo S em amostras de placa cerâmica pertencentes ao grupo de absorção BIIb, por meio de 797 ensaios e foram encontrados 20 ensaios com valores abaixo da especificação.

FIGURA 5.17 – Resultado da avaliação das características dimensionais de amostras de placas cerâmicas

Para cada uma das propriedades avaliadas, foram determinados o número de ensaios realizados, o número de ensaios que atenderam e o número de ensaios que não atenderam as especificações. Foi determinada a conformidade de cada propriedade das placas cerâmicas pela relação percentual entre a quantidade de ensaios que atenderam às especificações e a quantidade de ensaios realizados. A conformidade total foi obtida pela relação percentual entre a quantidade total de ensaios que atenderam às especificações e a quantidade total de ensaios realizados.

O Centro Cerâmico do Brasil considera como critério de aceitação na certificação de placas cerâmicas que os produtos são conformes quando atingem um nível qualidade de 95% nos ensaios de absorção de água, módulo e carga de ruptura, abrasão superficial, resistência ao manchamento, resistência ao ataque químico e características dimensionais. Para os ensaios de resistência ao gretamento e expansão por umidade o nível de qualidade deve ser de 98,5%.

Na TABELA 5.1 são apresentados os resultados dos ensaios realizados nas amostras de placas cerâmicas de acordo com as metodologias da norma técnica NBR 13818. Verifica-se que nas amostras de placas cerâmicas ensaiadas os níveis de qualidade das propriedades de carga de ruptura, resistência à abrasão superficial, resistência ao gretamento e expansão por umidade estão abaixo dos limites exigidos pelo Centro Cerâmico do Brasil. Os resultados da avaliação das amostras de placas cerâmicas demonstraram que o nível médio de não conformidade à norma técnica NBR 13818 foi de 5,5% (TABELA 5.1).

TABELA 5.1 – Resultados obtidos na avaliação das placas cerâmicas

Ensaio	Ensaio avaliados	Conformidade com a norma técnica NBR 13818		Defeitos encontrados	
		Quantidade	%	Quantidade	%
Determinação da Absorção de Água	1196	1163	97,2	33	2,8
Determinação da carga de ruptura	575	530	92,2	45	7,8
Determinação da resistência à abrasão superficial	1533	1321	86,2	212	13,8
Determinação da resistência à abrasão profunda	6	6	100	-	-
Determinação da resistência ao gretamento	1102	1068	96,9	34	3,1
Determinação da resistência ao manchamento	814	812	99,8	2	0,2
Determinação da resistência ao ataque químico	968	943	97,4	25	2,6
Determinação da expansão por umidade	87	72	82,8	15	17,2
Determinação das dimensões, da retitude dos lados, da ortogonalidade dos lados, da curvatura central, da curvatura lateral e do empeno.	797	777	97,5	20	2,5
Total	7078	6692	94,5	386	5,5

5.2 Aplicação do modelo

A aplicação do modelo de gestão da qualidade desenvolvido foi feita para avaliar se o mesmo é aplicável e, quais os resultados da utilização na melhoria do processo e da qualidade das placas cerâmicas. O modelo foi aplicado em quatro empresas durante o período de novembro de 2005 até em fevereiro de 2007.

5.2.1 Primeira etapa: Definição da equipe de implantação

Em cada empresa foi definida uma equipe de implantação liderada pelo coordenador da qualidade.

5.2.2 Segunda etapa: Avaliação inicial

A avaliação inicial foi realizada para determinar as práticas de gestão de qualidade existentes em cada empresa antes da implantação dos requisitos propostos no modelo. Para realizar a avaliação inicial foi utilizado o questionário “Roteiro de Avaliação da Gestão da Qualidade de Empresas Fabricantes de Placas Cerâmicas” (APÊNDICE A).

De acordo com os resultados obtidos pelo índice de implantação da gestão da qualidade na avaliação inicial, na empresa I observou-se uma conformidade ao modelo proposto de 88,6%, ao passo que na empresa II foi obtido 63,8%; na empresa III foi de 92,6% e na IV igual a 30,2%.

A empresa III obteve o índice mais elevado de desempenho nos requisitos de gestão da qualidade implantados, 92,6%, produzia placas cerâmicas pelo método da via úmida e tinha o menor volume de produção dentre as quatro empresas estudadas. Das empresas que produziam placas cerâmicas pela via seca, a empresa I apresentou um desempenho próximo da empresa III, com 88,6% dos requisitos implantados.

As empresas II e IV fabricavam placas cerâmicas pela via seca e tinham o maior volume de produção. O desempenho das empresas II foi de 63,8% e a empresa IV, com o pior desempenho obteve 30,2%.

Os questionários preenchidos com os resultados das avaliações inicial das empresas encontra-se no APÊNDICE A.

Na TABELA 5.2 apresenta-se os índices de implantação do modelo onde são encontrados os valores para cada item avaliado que demonstram numericamente as diferenças entre as práticas de gestão da qualidade nas empresas, de acordo com a avaliação aplicada.

TABELA 5.2 – Índice de implantação do modelo de gestão da qualidade na avaliação inicial

Avaliação Inicial		Índice			
	Item	Empresa I	Empresa II	Empresa III	Empresa IV
1	Administração e informações gerais	100%	50,0%	100%	37,5%
2	Instalações	100%	60,0%	60,0%	60%
3	Recebimento e inspeção de matérias-primas	100%	57,1%	85,7%	28,6%
4-	Produção	85,7%	73,2%	98,2%	37,5%
5-	Controle da qualidade e inspeção do produto acabado	73,9%	65,2%	91,3%	21,7%
6-	Armazenamento e expedição do produto	91,7%	66,7%	100%	33,3%
7-	Reclamação de clientes	100%	85,7%	100%	28,6%
8-	Gestão da qualidade	88,2%	35,3%	82,4%	5,9%
Total		88,6%	63,8%	92,6%	30,2%

5.2.3 Terceira etapa: Identificação da implantação dos requisitos da gestão da qualidade

Foram levantadas informações de ordem geral das empresas avaliadas, como a tecnologia de preparação de massa utilizada em cada empresa, mercados onde os produtos são comercializados e se a empresa faz a contratação de serviços laboratoriais de calibração (TABELA 5.3). A empresa III, que utilizava a preparação da massa pela via úmida não possuía mineração própria e adquiria matérias-primas, como filito, feldspato, e talco de outras mineradoras. As empresas I, II e IV possuíam mineração própria.

Foi feita uma verificação qualitativa dos mercados de destino dos produtos fabricados e todas as empresas produziam placas cerâmicas para o mercado brasileiro e para o mercado externo. Todas as empresas exportam para os mercados da América Latina, Estados Unidos, e África e apenas a empresa III exportava para a Europa.

Todas as empresas contratavam laboratórios externos para executar ensaios, mas somente a empresa I e III contratava serviços de calibração.

TABELA 5.3 - Informações gerais sobre as empresas

Requisito	Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
a- Possui mineração e extração própria?	x		x		x		x	
b- Prepara a massa por via úmida?		x		x	x			x
c- Prepara a massa por via seca?	x		x			x	x	
d- Fabrica de Placas Cerâmicas para piso?	x		x		x		x	
e- Fabrica de Placas Cerâmicas para parede?	x		x		x		x	
f- Fabrica de Placas Cerâmicas para fachada?		x		x		x		x
g- Subcontrata serviços de terceiros para a produção de seus produtos?		x		x		x		x
h- Atua no mercado brasileiro?	x		x		x		x	
i- Exporta para América Latina?	x		x		x		x	
j- Exporta para Estados Unidos?	x		x		x			x
k- Exporta para Europa?		x		x	x			x
l- Exporta para África?	x		x		x		x	
m- Contrata serviços laboratoriais de terceiros para ensaios de matéria prima e produtos?	x		x		x		x	
n- A empresa contrata serviços de calibração de terceiros?	x			x	x			x

Para verificar as práticas de gestão da qualidade nas empresas, foi feita uma análise com base na implantação dos requisitos de cada item do questionário “Roteiro de Avaliação da Gestão da Qualidade de Empresas Fabricantes de Placas Cerâmicas” – Avaliação inicial (APÊNDICE A).

As empresas não tinham laboratórios internos completos para realizar os ensaios tecnológicos nas matérias-primas e nos produtos. Em 75% das empresas, os laboratórios contratados eram acreditados por instituições reconhecidas e 25% das empresas utilizavam resultados de ensaios realizados por fornecedores e, neste caso, a confiabilidade dos resultados não estava garantida (FIGURA 5.18).

Em 50% das empresas a calibração dos equipamentos utilizados nos controles de processo e do produto não era realizada por laboratórios de calibração acreditados ou que possuíam padrões rastreáveis (FIGURA 5.18). A definição formal das responsabilidades dos funcionários, organogramas e critérios para admissão dos funcionários estavam implantados em 50% das empresas (FIGURA 5.18).

Todas as empresas possuíam programas de saúde ocupacional e de prevenção de riscos ambientais, e forneciam equipamentos de proteção exigidos pela legislação trabalhista (FIGURA 5.18).

FIGURA 5.18 – Percentual dos requisitos implantados no item das informações gerais da empresa

I) Controle no recebimento das matérias-primas

No processo de recebimento e inspeção de matérias-primas foi verificado que 75% das empresas não possuíam programa para avaliação e qualificação de fornecedores (FIGURA 5.19). A aquisição era baseada no histórico de fornecimento.

Os equipamentos utilizados para fazer o controle de recebimento das matérias-primas eram calibrados em 50% das empresas. As empresas que não realizavam a calibração poderiam ter erros nos resultados de aceitação ou reprovação no recebimento (FIGURA 5.19).

As empresas que executavam os ensaios em laboratórios próprios não realizavam a calibração dos instrumentos utilizados em 50% dos casos. As metodologias de controle não estavam descritas em procedimentos em 50% das empresas. A realização dos ensaios seguia metodologias práticas e a execução não era padronizada, podendo haver diferença de resultados dependendo da pessoa.

Todas as empresas mantinham registros dos controles e ensaios realizados, e estavam associados ao controle quantitativo dos estoques (FIGURA 5.19).

Em 50% das empresas, as matérias-primas não faziam a identificação do estado de inspeção em que se encontravam após a colocação no estoque. A falta de identificação poderia permitir a utilização de uma matéria-prima reprovada, afetando a qualidade do produto final (FIGURA 5.19). Em todas as empresas havia um controle quantitativo dos estoques

As empresas possuíam áreas adequadas para estocagem das matérias-primas em locais cobertos e protegidos das intempéries, tanto para aqueles recebidos a granel, como os recebidos em sacarias (FIGURA 5.19).

Apenas 25% das empresas possuíam critérios para qualificação do pessoal que trabalhava no recebimento e inspeção das matérias-primas. As pessoas estavam treinadas para executar as atividades de controle e ensaios em 75% das empresas (FIGURA 5.19).

FIGURA 5.19 – Percentual dos requisitos implantados no item das condições gerais do recebimento

As matérias-primas que se incorporam ao produto como argilas, fritas, esmaltes e corante possuíam identificação em 50% das empresas. Todas as empresas possuíam critérios de aceitação e rejeição com base nos resultados dos ensaios, contudo em 25% das empresas a matéria-prima poderia ser utilizada antes da realização dos ensaios de recebimento e não havia segregação da matéria-prima reprovada. Neste caso, os estoques eram muito baixos e as matérias-primas eram utilizadas sem o conhecimento dos resultados do controle de recebimento (FIGURA 5.20).

FIGURA 5.20 – Percentual dos requisitos implantados no item do recebimento das matérias-primas que se incorporam ao produto

As matérias-primas que não se incorporam ao produto como estampos da prensa, matrizes serigráficas e embalagens possuíam identificação em 50% das empresas. Em 75% das empresas havia critérios de aceitação e rejeição, estes materiais eram utilizados após o controle de recebimento e havia segregação quando ocorriam reprovações. Em 25% das empresas não havia controle no recebimento destes materiais e quando ocorriam problemas, o material já estava em uso. Esta prática podia ocasionar paradas, problemas de qualidade e desperdícios de produção (FIGURA 5.21).

FIGURA 5.21 – Percentual dos requisitos implantados no item do recebimento das matérias-primas que não se incorporam ao produto

II) Controle do processo produtivo

As instalações, os equipamentos e as condições de limpeza foram avaliados de maneira para verificar se eram apropriados para a fabricação de placas cerâmicas, e isto foi verificado em 100% das empresas (FIGURA 5.22). As empresas cerâmicas possuem equipamentos modernos e automatizados para a fabricação de placas cerâmicas que possibilitam uma alta produtividade, da mesma forma que Machado (2003) já havia constatado em seu estudo, que em grande parte foram importados da Itália.

Foi verificado que 25% das empresas (FIGURA 5.22) possuíam programas internos de manutenção implantados. As outras empresas realizavam, em sua maioria, apenas manutenção quando havia quebra do equipamento. Uma outra prática que foi observada nas empresas cerâmicas avaliadas, foi a utilização dos serviços de assistência técnica mantidos pelos fabricantes italianos de máquinas e equipamentos, que possuíam este serviço de apoio aos fabricantes brasileiros.

FIGURA 5.22 – Percentual dos requisitos implantados no item instalações das fábricas

Em 25% das empresas, as matérias-primas eram utilizadas mesmo antes que os controles de recebimento fossem efetuados. Somente 25% das empresas possuíam procedimentos para o controle da preparação da massa. Todas as empresas realizavam controles na preparação da massa, mas em 25% da empresa não havia registros regulares dos controles. Em 50% das empresas os resultados não eram comparados com critérios de aceitação e não havia segregação das massas reprovadas (FIGURA 5.23).

Havia falta de identificação das massas em 25% das empresas prejudicando a rastreabilidade no caso de haver problemas de qualidade nos controles e ensaios realizados. Em 50% das empresas as massas eram enviadas para as prensas sem que os controles tivessem sido efetuados. Nestes casos, quando haviam problemas de qualidade na massa, as consequências se estendiam até a prensagem ou mesmo até o produto acabado (FIGURA 5.23).

FIGURA 5.23 – Percentual dos requisitos implantados no item preparação da massa

Os controles do esmalte eram efetuados de maneira melhor que os controles da massa. Em 25% das empresas não haviam procedimentos escritos para os controles, identificações e os esmaltes eram encaminhados para a linha de produção mesmo antes da realização dos ensaios (FIGURA 5.24).

FIGURA 5.24 – Percentual dos requisitos implantados no item preparação do esmalte

As empresas mantinham controles sobre as etapas de prensagem, secagem, esmaltação, queima, classificação e embalagem. Em 25% das empresas não havia controle da secagem e da curva de queima do forno. As metodologias não estavam descritas em procedimentos em 50% das empresas. Desta maneira, as atividades podiam ser realizadas de maneiras diferentes e os treinamentos dos funcionários eram prejudicados. Embora os controles fossem realizados, em 25% das empresas, não haviam registros dos controles efetuados e não havia histórico do que havia ocorrido. As informações sobre os controles tinham caráter momentâneo e não eram utilizadas para avaliar e melhorar o processo produtivo ao longo do tempo. Em 25% das empresas, não havia segregação dos produtos reprovados. Foi verificado que havia a possibilidade de que produtos considerados reprovados fossem enviados para a expedição e posteriormente para os clientes (FIGURA 5.25).

FIGURA 5.25 – Percentual dos requisitos implantados no item do processo de fabricação (prensagem, secagem, esmaltação, queima, classificação e embalagem)

III) Controle do produto acabado

Todas as empresas avaliadas possuíam controle do produto acabado, mas não possuíam laboratório interno para realizar os ensaios de acordo com as metodologias das normas técnicas. Em 50% das empresas a área de controle de qualidade estava vinculada com a área de produção e faltava independência para a tomada de decisões com respeito aos resultados do controle de qualidade dos produtos. As atividades de controle não estavam descritas em procedimentos em 50% das empresas. Em 25% das empresas havia falhas nos registros do controle da qualidade, como a ausência seguida de vários lotes sem resultados do controle. A calibração dos instrumentos de medição era realizada em 50% das empresas e, desta forma, os resultados dos ensaios destas empresas podiam conter erros nos valores obtidos. Os profissionais que realizavam os ensaios não haviam recebido treinamento formal em 75% das empresas, e o conhecimento que possuíam para a realização dos mesmos, tinham sido obtidos no dia a dia, de forma prática. Em 50% das empresas não eram estabelecidos quais os critérios de qualificação mínimos necessários que o pessoal deveria possuir para realizar os controles (FIGURA 5.26).

FIGURA 5.26 – Percentual dos requisitos implantados no item das condições gerais do controle de qualidade

Em 50% das empresas existiam planos de amostragem para a realização dos controles nos produtos acabados. Em 50% das empresas os

controles não eram realizados sistematicamente e em 25% das empresas não se seguiam os critérios estabelecidos pelas normas técnicas nacionais. Nenhuma das empresas pesquisadas realizava controles de acordo as normas técnicas internacionais. As empresas comercializavam os produtos no mercado externo garantindo aos clientes de outros países que estavam cumprimento as especificações das normas brasileiras. Em 50% das empresas, a liberação dos produtos para envio ao estoque era feita antes que os controles estabelecidos fossem realizados e os resultados conhecidos. Em 25% das empresas, não havia critério para segregar produtos fora dos limites normativos e, desta forma, era possível que um lote de produtos reprovados fosse encaminhado para o cliente. Em 75% das empresas havia identificação para permitir a rastreabilidade (FIGURA 5.27).

FIGURA 5.27 – Percentual dos requisitos implantados no item do controle do produto acabado

Todas as empresas avaliadas possuíam áreas apropriadas para o armazenamento dos produtos acabados e haviam cuidados para evitar danos aos produtos.

Em 50% das empresas não haviam procedimentos escritos definindo as metodologias de execução das atividades, em 25% das empresas não haviam registros das atividades e os registros efetuados estavam relacionados com as quantidades de produtos armazenados. Em 75% das empresas era realizado controle periódico no estoque para identificar a existência de produtos avariados (FIGURA 5.28).

FIGURA 5.28 – Percentual dos requisitos implantados no item do armazenamento dos produtos acabados

IV) Atividades pós venda – reclamações de cliente

Todas as empresas pesquisadas possuíam sistemática de atendimento para as reclamações dos clientes. Em 50% das empresas a sistemática não estava estabelecida em procedimentos que padronizassem a metodologia de atendimento às reclamações. O controle de qualidade estava envolvido com as reclamações em 100% das empresas e em 75% das empresas as reclamações eram registradas, avaliadas e eram feitas investigações sobre as causas dos problemas que haviam gerado a reclamação, incluindo a área de produção. Em 25% das empresas, as investigações sobre as reclamações de clientes não eram realizadas e, não havia comunicação com a área de qualidade e produção. Nestes casos não havia sistemática que tentasse evitar que as reclamações pudessem ocorrer novamente. Em 75% das empresas havia controle das

reclamações por meio de controles estatísticos, que determinavam a evolução das reclamações ao longo do tempo e as causas mais frequentes (FIGURA 5.29).

FIGURA 5.29 – Percentual dos requisitos implantados no item reclamação de clientes

V) Gestão da Qualidade

Em 50% das empresas pesquisadas foi verificada a existência de uma sistemática para a gestão da qualidade da empresa. Esta sistemática estava divulgada para os funcionários da empresa, com responsabilidades definidas. As empresas que possuíam uma sistemática para a gestão da qualidade, controlavam a elaboração, revisão e distribuição dos procedimentos e registros da qualidade. Estas empresas possuíam planos de treinamento e os funcionários recebiam orientações de como executar as tarefas de acordo com os procedimentos. Havia, também, uma sistemática para avaliar os resultados dos treinamentos (FIGURA 5.30).

Nenhuma das empresas possuía sistemática para validação e revalidação dos processos, considerando que os controles efetuados ao término da fabricação do produto seriam suficientes para garantir a qualidade do produto. Em 75% das empresas havia procedimentos e registros para o controle dos produtos. Em 50% das empresas havia auditorias internas e uma sistemática para acompanhar os desvios de qualidade, com ações corretivas e preventivas no processo produtivo, no produto e para reclamações de clientes (TABELA 5.30).

FIGURA 5.30 – Percentual dos requisitos implantados no item de gestão da qualidade

5.2.4 Quarta etapa: Implantação dos requisitos previstos no modelo de gestão

A implantação dos requisitos previstos no modelo de gestão ocorreu no período de janeiro a dezembro de 2006.

Definição de responsabilidades: as pessoas dentro da organização passam a conhecer melhor o que se espera dela e passam a atuar para o alcance das metas estipuladas ou no direcionamento dado. As pessoas que estão em cargos de gestão passam a gerir melhor as atividades.

Conhecimento: o conhecimento das pessoas aumenta por meio dos procedimentos de trabalho que são transmitidos a todos. As pessoas que desempenham as mesmas funções têm um referencial para único para realizar a atividade.

Estabelecimento de padrões e limites de trabalho: a definição de padrões e limites.

Acompanhamento dos resultados: o acompanhamento dos resultados permite determinar nos quais estão ocorrendo deficiências e fazer correções.

5.2.5 Quinta etapa: Verificação da implantação

A verificação da implantação dos requisitos do modelo de gestão foi feita por meio da realização de uma avaliação final, em cada uma das empresas participante, no mês de fevereiro de 2007. Foi utilizado o questionário “Roteiro de Avaliação da Gestão da Qualidade de Empresas Fabricantes de Placas Cerâmicas” – Avaliação final (APÊNDICE B) para verificar se haviam evidências de que os requisitos do modelo de gestão estavam implantados nas empresas.

5.2.6 Sexta etapa: Análise dos resultados da implantação

A análise dos resultados do modelo de gestão levou em consideração os índices de implantação da gestão da qualidade na avaliação final comparativamente com os resultados da avaliação inicial, identificando em que atividades ocorreram as melhorias. Também foi avaliado a da qualidade das placas cerâmicas produzidas pelas empresas participantes após a implantação do modelo de gestão para analisar o impacto na melhoria da qualidade do produto acabado.

5.2.6.1 Índice final de implantação do modelo de gestão da qualidade

Com os resultados do questionário “Roteiro para Avaliação de Empresas Fabricantes de Placas Cerâmicas” (APÊNDICE B) foi determinado o

índice de implantação do modelo de gestão da qualidade na avaliação final das empresas participantes. Na avaliação final, observou-se que a conformidade ao modelo proposto na empresa I foi de 96,6%, a empresa II obteve 96,0%, na empresa III o resultado foi de 98,0 % e na empresa IV foi 90,6% (TABELA 5.4).

TABELA 5.4 – Índice de implantação do modelo de gestão da qualidade na avaliação final

Avaliação final		Percentual de requisitos implantados			
	Item	Empresa I	Empresa II	Empresa III	Empresa IV
1	ADMINISTRAÇÃO E INFORMAÇÕES GERAIS	100%	100%	100%	100%
2	INSTALAÇÕES	100%	100%	100%	80%
3	RECEBIMENTO, INSPEÇÃO E ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS	100%	100%	100%	100%
4-	PRODUÇÃO	94,6%	96,4%	98,2%	83,9%
5-	CONTROLE DA QUALIDADE	91,3 %	91,3%	91,3%	82,6%
6-	ARMAZENAMENTO E EXPEDIÇÃO DE PRODUTOS	100%	100%	100%	91,7%
7-	RECLAMAÇÃO DE CLIENTES	100%	100%	100%	85,7%
8-	GESTÃO DA QUALIDADE	100%	88,2%	100%	100%
Total		96,6%	96,0%	98,0%	90,6%

Os resultados demonstram que todas as empresas estudadas tiveram acréscimo no índice de implantação após terem colocado em uso os elementos do modelo de gestão propostos, que ainda não estavam sendo praticados durante a avaliação inicial. Observa-se que as melhorias mais significativas ocorreram na empresa II que tinha um índice inicial de 63,8% e evoluiu para 96,0% e, na empresa IV, que tinha um índice inicial de 30,2% e evoluiu para 90,6%. Na avaliação inicial ambas empresas tinham obtido os piores resultados.

Nas FIGURAS de 5.31 a 5.34 estão representados os índices de implantação do modelo de gestão da qualidade obtidos na Avaliação Inicial e na Avaliação Final, nos quais é possível verificar a evolução das empresas I, II, III e IV.

FIGURA 5.31 – Evolução do índice de implantação do modelo na empresa I

FIGURA 5.32 – Evolução do índice de implantação do modelo na empresa II

FIGURA 5.33 – Evolução do índice de implantação do modelo na empresa III

FIGURA 5.34 – Evolução do índice de implantação do modelo na empresa IV

5.2.6.2 Avaliação da qualidade após aplicação do modelo

Foram realizados ensaios de acordo com a norma técnica NBR 13818 para avaliar a qualidade das placas cerâmicas das empresas que participaram de aplicação prática do modelo de gestão e os resultados estão na TABELA 5.5.

TABELA 5.5 – Resultados obtidos na avaliação das placas cerâmicas após a aplicação do modelo de gestão

Ensaio	Ensaios avaliados	Conformidade com a norma técnica NBR 13818		Defeitos encontrados	
		Quantidade	%	Quantidade	%
Determinação da Absorção de Água	50	47	94,0	3	6,0
Determinação da carga de ruptura	51	46	90,2	5	9,8
Determinação da resistência à abrasão superficial	71	55	77,5	16	22,5
Determinação da resistência à abrasão profunda	-	-	-	-	-
Determinação da resistência ao gretamento	96	96	100,0	0	0,0
Determinação da resistência ao manchamento	96	96	100,0	0	0,0
Determinação da resistência ao ataque químico	95	92	96,8	3	3,2
Determinação da expansão por umidade	17	17	100,0	0	0,0
Determinação das dimensões, da retitude dos lados, da ortogonalidade dos lados, da curvatura central, da curvatura lateral e do empeno.	329	319	97,0	10	3,0
Total	805	768	95,4	37	4,6

Após a implantação dos requisitos propostos no modelo de gestão havia a expectativa de que a qualidade das placas cerâmicas melhorasse, que o nível de defeitos fosse inferior aos obtidos nas amostras da avaliação realizada ano de 2004, e que, eventualmente, pudesse apresentar todos os resultados de ensaio de acordo com as especificações da norma técnica NBR 13818.

A avaliação das placas cerâmicas que foi efetuada após a implantação dos requisitos do modelo de gestão da qualidade, avaliação final, demonstrou que houve melhoria da qualidade média dos produtos quando comparado com os resultados da avaliação inicial (TABELA 5.6). O valor médio de não conformidade em 2004 que foi de 5,5%, em 2007 reduziu para 4,6%. Verificou-se que as não conformidades de 2004 para 2007 reduziram nos ensaios de determinação da resistência ao gretamento, resistência ao manchamento e expansão por umidade.

Entretanto, foi evidenciado que, ainda existiam produtos com não conformidades com a norma técnica, comparando-se os resultados obtidos nas avaliações de 2004 e de 2007 (TABELA 5.6). Foi observado um aumento das não conformidades nos ensaios de determinação da absorção de água que foi de 2,8% para 6,0%, carga de ruptura de 7,8% para 9,8%, resistência à abrasão superficial de 13,8% para 22,5%, resistência ao ataque químico de 2,6% para 3,8% e determinação das dimensões, da retitude dos lados, da ortogonalidade dos lados, da curvatura central, da curvatura lateral e do empeno de 2,5% para 3,0%.

TABELA 5.6 – Resultados da avaliação das placas cerâmicas em 2004 e 2007

Ensaio	Avaliação Inicial 2004			2007		
	Ensaio avaliados	Defeitos		Ensaio avaliados	Defeitos	
		Quantidade	(%)		Quantidade	(%)
Determinação da Absorção de Água	1196	33	2,8	50	3	6,0
Determinação da carga de ruptura	575	45	7,8	51	5	9,8
Determinação da resistência à abrasão superficial	1533	212	13,8	71	16	22,5
Determinação da resistência à abrasão profunda	6	-	-	-	-	-
Determinação da resistência ao gretamento	1102	34	3,1	96	0	0,0
Determinação da resistência ao manchamento	814	2	0,2	96	0	0,0
Determinação da resistência ao ataque químico	968	25	2,6	95	3	3,2
Determinação da expansão por umidade	87	15	17,2	17	0	0,0
Determinação das dimensões, da retitude dos lados, da ortogonalidade dos lados, da curvatura central, da curvatura lateral e do empeno.	797	20	2,5	329	10	3,0
Total	7078	386	5,5	805	37	4,6

5.3 Análise crítica do modelo

Embora tenha havido uma melhoria significativa no processo de gestão da qualidade nas quatro empresas estudadas, as melhorias observadas em relação à qualidade do produto acabado tiveram um impacto menor.

Diante deste fato, foram realizadas várias reuniões e discussões, com representantes do setor cerâmico, sobre o real limite da eficácia dos processos de gestão da qualidade perante outras forças que, igualmente, podem afetar a qualidade do produto acabado.

Em discussões envolvendo os representantes do setor de revestimentos cerâmicas e de coloríficos que fornecem engobes, esmaltes e corantes para a fabricação, foi observado que quando o nível de rivalidade entre os fabricantes de placas cerâmicas aumenta, por exemplo, quando há excesso de

oferta de produtos no mercado, há uma tendência de se reduzir a qualidade do engobe e dos esmaltes ou reduzir a quantidade aplicada na fabricação, com o objetivo de reduzir o custo do produto. Este comportamento pode afetar a qualidade do produto acabado, independentemente do sistema de gestão da qualidade adotado.

Igualmente, a implantação de um sistema de gestão da qualidade, as pressões do consumidor por produtos de melhor qualidade e, principalmente, a existência de uma referência técnica, estabelecida em normas técnicas do produto, podem gerar forças significativas na direção da melhoria da qualidade do produto acabado.

Por outro lado, as exigências do mercado de varejo e das construtoras, para reduzir, continuamente, o preço do produto, a necessidade de redução dos custos de fabricação e, em especial, a cultura do fabricante observada em quase todos os segmentos industriais brasileiros, podem gerar pressões com graves consequências para a qualidade final do produto. No item 5.3.2 é apresentado um caso de mudança da norma técnica para o produto porcelanato que teve por objetivo elevar os padrões mínimos de qualidade para se adaptar às exigências do mercado consumidor brasileiro.

As características técnicas das placas cerâmicas e os limites de aceitação estão definidos pela norma técnica NBR 13818:1997 e influenciam no padrão de qualidade do produto. Desta forma, para se obter a melhoria da qualidade das placas cerâmicas se propõe que haja uma revisão nas especificações técnicas, estabelecendo limites mais rígidos para atender às necessidades dos consumidores.

Na FIGURA 5.35 identificam-se algumas das várias forças que podem atuar positiva ou negativamente em relação à melhoria da qualidade da placa cerâmica além dos requisitos de gestão de qualidade.

A introdução de novas tecnologias de processo atua com o intuito de melhorar a qualidade do produto acabado. No item 5.3.1 é apresentado um caso que demonstra a melhoria da qualidade por meio do uso de uma prensa com melhores recursos tecnológicos.

FIGURA 5.35 - Forças que atuam para a melhoria contínua da qualidade da placa cerâmica

5.3.1 Estudo da melhoria da qualidade pelo uso de uma tecnologia de equipamento mais moderno

Uma das características dimensionais mais importantes da placa cerâmica é a espessura da mesma, uma vez que variações significativas podem provocar dificuldades no assentamento e defeitos na aparência do revestimento aplicado. A norma técnica NBR 13818 - anexo S estabelece que a tolerância para determinação da espessura da placa cerâmica acabada é de $\pm 5\%$ da espessura

declarada. A estabilidade da espessura da placa cerâmica pode ser afetada por diversos fatores, como a composição da massa, retração da massa, temperatura de queima, porém um dos fatores mais críticos é a prensagem. A prensagem se constitui numa das etapas principais para determinar a estabilidade da espessura da placa cerâmica e o equipamento utilizado, a prensa, tem papel preponderante.

A tecnologia utilizada na fabricação de prensas tem evoluído significativamente, e os fabricantes de equipamentos disponibilizam para a indústria cerâmica modelos cada vez melhores e mais potentes, com recursos que permitem aumentar a estabilidade da espessura da placa cerâmica.

Para demonstrar a influência da tecnologia de prensagem, foi feito um estudo de caso, avaliando o efeito na espessura da placa cerâmica, em que a diferença entre o nível de tecnologia de dois tipos diferentes de prensa era a única variável, consideradas como, prensa antiga e prensa moderna.

Em uma empresa fabricante de placas cerâmicas pelo processo via seca foi selecionado um produto com dimensões de 44 x 44 cm que era prensado em dois modelos diferentes de prensa, e utilizando a mesma massa. A especificação da espessura da placa cerâmica no processo de prensagem era de 7,4mm, o limite máximo tolerado de 7,6mm e o limite mínimo de 7,2 mm. Neste estudo foram feitas 1152 medições dos valores de espessura em peças prensadas.

De acordo com os resultados obtidos neste estudo com dois tipos diferentes de prensa, foi observado que as placas cerâmicas fabricadas na prensa tecnologicamente mais antiga e com menos recursos para ajustes, obtiveram variação da espessura maior que aqueles que foram fabricados na prensa tecnologicamente mais moderna.

Os valores obtidos da espessura foram plotados em dois gráficos e, no gráfico da FIGURA 5.36 são apresentados os valores obtidos com a prensa antiga e na FIGURA 5.37 são apresentados os valores da prensa moderna.

Na prensa antiga, 73,8% das espessuras estavam de acordo com os limites especificados, sendo 7,3% abaixo do limite mínimo e 18,9% acima do limite máximo tolerado.

FIGURA 5.36 – Gráfico com os resultados de medições da espessura na prensa antiga

Na prensa moderna, 99,1% das espessuras estavam de acordo com os limites especificados, sendo 0,4% abaixo do limite mínimo e 0,5% acima do limite máximo tolerado.

FIGURA 5.37 – Gráfico com os resultados de medições da espessura na prensa moderna

Neste estudo, que avaliou a estabilidade da espessura da placa cerâmica prensada, foi possível verificar que a evolução tecnológica dos equipamentos utilizados na fabricação das placas cerâmicas pode contribuir para a melhoria da qualidade do produto.

5.3.2 Estudo de Caso da norma técnica de porcelanato no Brasil

Os porcelanatos são as placas cerâmicas para revestimento pisos e paredes, considerados como os mais nobres do mercado. O processo de fabricação utiliza matérias-primas de excelente qualidade e envolve elevado grau de moagem, os quais permitem obter uma alta densificação após conformação e queima, resultando em produtos com baixa porosidade e desempenho técnico superior.

Dentre as principais diferenças entre o porcelanato e as demais placas cerâmicas tradicionais para revestimento destacam-se:

- uso de matérias-primas mais nobres;
- processo de fabricação altamente tecnológico;
- produtos com baixíssima porosidade;
- resistência mecânica superior;
- alta resistência ao desgaste por abrasão, em particular no caso dos porcelanatos técnicos;
- resistência ao congelamento;
- expansão por umidade praticamente nula;
- ótima resistência química;
- disponibilidade de peças de grandes formatos;
- técnicas de decoração e acabamento que possibilitam produtos com elevado padrão estético.

O desenvolvimento do porcelanato possibilitou a extensão do uso das placas cerâmicas para locais onde anteriormente predominavam pedras naturais (granito, mármore, etc.), já que o porcelanato possui uma resistência à abrasão mais elevada do que os produtos cerâmicos esmaltados tradicionais.

Há cerca de cinco anos atrás houve uma sensibilização geral dos fabricantes de porcelanato de que, as normas vigentes, não atendiam às necessidades e expectativas do mercado consumidor. Era preciso restringir alguns parâmetros técnicos normalizados e também criar definições e requisitos apropriados para a tipologia de produto porcelanato, os quais não estavam definidos na norma técnica internacional ISO 13006 e na norma técnica brasileira NBR 13818. Vale a pena ressaltar que o setor cerâmico atribuía ao porcelanato, o grupo Bla com faixa de absorção de água entre 0 a 0,5 %. Entretanto, verificou-se

que esta classificação não atendia por completo, as exigências do mercado para porcelanato não esmaltado e polido, que apresentava problemas de manchamento inaceitáveis quando a absorção de água era da ordem de 0,5 % e apresentavam problemas de empenamento em peças com maiores dimensões.

Em 2005 foi feito um levantamento da qualidade dos porcelanatos de dez fabricantes brasileiros. Os resultados obtidos mostraram que, de fato, havia produtos que não satisfaziam as exigências do mercado, embora estivessem de acordo com a norma técnica vigente.

Desta forma, foi desenvolvido um trabalho junto aos fabricantes de porcelanato, os quais ajustaram seus processos produtivos até se atingir as características técnicas exigidas pelo mercado.

Em 2006, com os processos de fabricação já ajustados, coube a Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos (ANFACER), com coordenação técnica do Centro Cerâmico do Brasil (CCB), apoio da ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas e da Coordenação e, Presidência do CB-02, a reativação da Comissão de Estudos de Placas Cerâmicas CE-02:109.10, para reavaliação das Normas Técnicas da ABNT – NBR 13.816 e 13.817 referentes à terminologia e classificação de produtos de revestimentos cerâmicos, e à Norma ABNT – NBR 13818 referente às especificações e métodos de ensaios de produtos cerâmicos.

Na primeira etapa de revisão das normas os representantes de fabricantes brasileiros, de consumidores e de entidades neutras consideraram mais adequado criar uma norma específica para o porcelanato.

Os principais fatores que motivaram a criação de uma norma técnica específica para o porcelanato foram:

- Inexistência de definição e parâmetros técnicos de produto tipologia porcelanato na Norma ISO 13006 e nas normas NBR 13816, 13817 e 13818.
- Aumento da produção de produtos tipologia porcelanato no Brasil.
- Elevada qualidade dos porcelanatos nacionais, sobretudo no que se refere ao porcelanato técnico, os quais apresentavam requisitos técnicos muito superiores àqueles apresentados pelo Grupo Bla da Norma ISO 13006/NBR 13818.

- Existência no mercado nacional de alguns produtos comercializados como porcelanatos, porém com qualidade técnica enquadrada na tipologia B1b (gres).
- Entrada crescente no mercado nacional de porcelanatos importados com qualidade muito abaixo dos produtos nacionais.

Ao longo de 2006 foram debatidos e discutidos, na Comissão de Estudos da ABNT, todos os requisitos técnicos considerados relevantes para uma adequada Norma de Porcelanato, a qual foi aprovada pela grande maioria dos participantes.

No APÊNDICE C são apresentados os principais requisitos da norma de porcelanato, NBR 15463, que entrou em vigor em fevereiro de 2007 e um comparativo com a norma de placas cerâmicas NBR 13818:1997, quanto às especificações relativas ao porcelanato.

Todos os ensaios de qualidade realizados com o porcelanato realizados antes e durante o processo de revisão e, após a edição da nova norma em fevereiro de 2007, demonstraram que a nova referência estabelecida pela nova norma técnica é uma das principais forças que determinam o padrão de qualidade para este produto no Brasil.

Desta forma, o Brasil deu um grande passo, criando uma norma técnica específica para o porcelanato, submeteu a mesma, ao Comitê da ISO, como proposta para a criação de uma norma internacional, durante a reunião realizada na REVESTIR - Feira Internacional de Revestimento, no mês de março de 2007, em São Paulo.

As empresas que possuem excelência de qualidade em nível mundial são reconhecidas porque utilizam a norma técnica como padrão mínimo de qualidade. O alto padrão de qualidade das placas cerâmicas fabricadas pelos principais concorrentes do Brasil, especificamente Itália e Espanha, demonstram que, para os fabricantes destes países, a norma técnica estabelece um padrão mínimo a ser atingido e as exigências do mercado consumidor definem padrões superiores para os produtos que são comercializados. Entretanto, no Brasil as empresas fabricantes de revestimentos cerâmicos geralmente consideram como padrão superior de qualidade, os critérios mínimos estabelecidos pelas normas técnicas oficiais.

Dentre as forças que estabelecem a qualidade do produto final, pode-se considerar que a norma técnica, por ser uma referência importante ao Código de Defesa do Consumidor no Brasil, torna-se uma das principais forças para a melhoria, juntamente com a implantação e o aprimoramento do sistema de gestão da qualidade.

Considerando os resultados obtidos nas avaliações das placas cerâmicas e a diferença de enfoque dada pelos fabricantes brasileiros, se faz neste trabalho uma proposta para revisão das normas técnicas brasileiras de placas cerâmicas, NBR 13816:1997, NBR 13817:1997, NBR 13818:1997, com o objetivo de melhorar a qualidade da placa cerâmica para atender e ajustar-se às necessidades dos consumidores.

6 CONCLUSÕES

1- A implantação dos requisitos do modelo proposto contribuiu para elevar do padrão da gestão da qualidade nas empresas, destacando-se os seguintes aspectos:

- Estabelecimento de metodologias padronizadas para a realização dos controles dos processos produtivos.
- Melhoria nas atividades de controles internos nas empresas.
- Estabelecimento de uma base para o treinamento de novos funcionários e treinamento periódico de funcionários atuais.
- Maior envolvimento e comprometimento dos funcionários com a qualidade.
- Difusão do conhecimento dos padrões normativos de outros mercados.
- Desenvolvimento de uma base para registros e rastreabilidade sobre os controles na qualidade do processo produtivo no produto.
- Estabelecimento de requisitos para realizar uma auto avaliação por meio de auditorias sistemáticas na gestão da qualidade da empresa.

2- A proposta deste modelo de gestão da qualidade, que foi desenvolvida e aplicada neste trabalho, pode ser utilizada pela indústria de placas cerâmicas, para contribuir na melhoria da qualidade dos produtos e dos processos.

3- Na avaliação da qualidade da placa cerâmica foi verificado que uma parcela de 5,5 % deixou de atender as especificações da norma técnica brasileira NBR 13818:1997. As empresas, nas quais o modelo de gestão foi aplicado, os resultados obtidos foram melhores e indicaram uma redução para 4,6% de placas cerâmicas que deixaram de atender a mesma norma técnica.

4- Algumas características técnicas das placas cerâmicas parecem que estão mais sujeitas a apresentar problemas de não conformidade, com relação à

norma técnica NBR 13818:1997, como é o caso da resistência à abrasão superficial (PEI), absorção de água, carga de ruptura, resistência ao ataque químico e alguns aspectos dimensionais. Outras propriedades, como o gretamento e a expansão por umidade, melhoraram os resultados, significativamente, durante a realização deste estudo.

5- A melhoria no padrão de qualidade da placa cerâmica pode ser obtida pelo aperfeiçoamento da gestão da qualidade nos processos das empresas, porém, este fator não ocorre de maneira exclusiva. Outras forças podem estar interferindo, como a exigência do mercado varejista e construtoras, o comportamento do consumidor, os custos de fabricação, as novas tecnologias utilizadas na produção, estratégias e cultura dos fabricantes e o padrão de referência de qualidade estabelecido pela norma técnica. Neste trabalho, verificou-se que a referência técnica, traduzida pela norma técnica do produto, é o principal fator determinante do padrão de qualidade do produto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução - RDC nº 210, de 04 de agosto de 2003**. Disponível em:
<<http://www.anvisa.gov.br/inspecao/boas.htm>>. Acesso em 24 jul. 2006.
- 2 Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução – RDC nº 275, de 21 de Outubro de 2002**. Disponível em:
<http://www.fooddesign.com.br/6_legislacao.php?id=2>. Acesso em: 27 jul. 2006.
- 3 AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE. **American National Standard Specifications for Ceramic Tile**. Princeton: ANSI, 1988. (ANSI A137.1).
- 4 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard Test Method for Breaking Strength of Ceramic Tile**. West Conshohoken: (ASTM, C648-98).
- 5 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard Test Method for Craze Resistance of Fired Glazed Whitewares by Autoclave Treatment**. West Conshohoken: (ASTM, C424-93).
- 6 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard Test Method for Determination of Resistance to Staining**. West Conshohoken: (ASTM, C 1378 – 04).
- 7 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard Test Method for Determining Face Dimensions and Thickness of Flat, Rectangular Wall and Floor Tile**. West Conshohoken: (ASTM, C499-78).
- 8 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard Test Method for Evaluating the Static Coefficient of Friction of Ceramic Tile, and Other Like Surface by the Horizontal Dynamometer Pull Meter Method**. West Conshohoken: (ASTM, C1028-96).
- 9 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard Test Method for Linear Thermal Expansion of Porcelain Enamel and Glaze**

- Frits and Fired Ceramic Whiteware Products by the Dilatometer Method.** West Conshohoken: (ASTM, C372-94).
- 10 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard Test Method for Measurement of Small Color Differences between Ceramic Wall or Floor Tile.** West Conshohoken: (ASTM, C609-90).
 - 11 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard Test Method for Measuring Frost Resistance of Ceramic Tile to Freeze-Thaw Cycling.** West Conshohoken: (ASTM, C1026-87).
 - 12 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard Test Method for Moisture Expansion Of Fired Whiteware Products.** West Conshohoken: (ASTM, C370-88).
 - 13 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard Test Method for Relative Resistance to Wear of Unglazed Ceramic Tile by the Taber Abraser.** West Conshohoken: (ASTM, C501-84).
 - 14 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard Test Method for Resistance of Ceramic Tile to Chemical Substances.** West Conshohoken: (ASTM, C 650 – 04).
 - 15 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard Test Method for Visible Abrasion Resistance of Ceramic Tile.** West Conshohoken: (ASTM, C1027-04).
 - 16 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard Test Method for Warpage of Ceramic Tile.** West Conshohoken: (ASTM, C 485-83).
 - 17 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard Test Method for Water Absorption, Bulk Density, Apparent Porosity, and Apparent Specific Gravity of Fired Porous Whitewares Products.** West Conshohoken: (ASTM, C373-88).
 - 18 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard Test Method for Wedging of Flat, Rectangular Ceramic Wall and Floor Tile.** West Conshohoken: (ASTM, C502-78).
 - 19 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard Test Method for Thermal Shock Resistance of Glazed Ceramic Tile.** West Conshohoken: (ASTM, C484-99).

- 20 ANDREWS, K. R. **The concept of corporate strategy**. New York: Dow-Jones Irwin, 1971.
- 21 ARAÚJO, A.; ROMACHELLI, J.C. e MARTINS, M. **Análise Crítica do Setor de Revestimentos Cerâmicos no Brasil (Parte I): Histórico Recente**. São Paulo: Cerâmica Industrial, v. 6, n. 4, p. 29-34, jul/ago. 2001.
- 22 ARAÚJO, A.; ROMACHELLI, J.C. e MARTINS, M. **Análise Crítica do Setor de Revestimentos Cerâmicos no Brasil (Parte II): Histórico Recente**. São Paulo: Cerâmica Industrial, v. 6 n.5, p. 07-14, set/out. 2001.
- 23 ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACION Y CERTIFICACIÓN. **Definiciones, clasificación, características y marcado**. Madrid: AENOR. (EN14411:2003).
- 24 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA – ABCERAM. **Homepage da Instituição**. Disponível em: <<http://www.abceram.org.br/>>. Acesso em: 05 out. 2003.
- 25 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante**. Rio de Janeiro: ABNT, Dez. 1996. (NBR 13753).
- 26 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Revestimento de parede interna com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante**. Rio de Janeiro: ABNT, Dez. 1996. (NBR 13754).
- 27 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Revestimento de parede externa com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante**. Rio de Janeiro: ABNT, Dez. 1996. (NBR 13755).
- 28 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Diretrizes para auditorias de sistema de gestão da qualidade e/ou ambiental**. Rio de Janeiro: ABNT, Out. 2002. (NBR ISO 19011).
- 29 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Diretrizes para a Documentação do Sistema de Gestão da Qualidade**. Rio de Janeiro: ABNT, Out. 2002. (ABNT ISO/TR 10013).
- 30 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Placas Cerâmicas para revestimento – Terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT, Abr. 1997. (NBR 13816).

- 31 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Placas Cerâmicas para revestimento – Classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, Abr. 1997. (NBR 13817).
- 32 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Placas Cerâmicas para revestimento – Especificação e Métodos de Ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, Abr. 1997. (NBR 13818).
- 33 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Placas Cerâmicas para revestimento – Porcelanato**. Rio de Janeiro: ABNT, Jan. 2007. (NBR 15463).
- 34 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sistema de Gestão da Qualidade - Fundamentos e Vocabulário**. Rio de Janeiro: ABNT, Dez. 2000. (NBR ISO 9000).
- 35 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sistema de Gestão da Qualidade - Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, Dez. 2000. (NBR ISO 9001).
- 36 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sistema de Gestão da Qualidade – Diretrizes para Melhoria de Desempenho**. Rio de Janeiro: ABNT, Dez. 2000. (NBR ISO 9004).
- 37 ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO. **Panorama da Indústria Brasileira de Revestimento Cerâmico**. São Paulo: ANFACER, 2000.
- 38 ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO. **Panorama da Indústria Brasileira de Revestimento Cerâmico**. São Paulo: ANFACER, 2001.
- 39 ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO. **Panorama da Indústria Brasileira de Revestimento Cerâmico**. São Paulo: ANFACER, 2005.
- 40 ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO. **Panorama da Indústria Brasileira de Revestimento Cerâmico**. São Paulo: ANFACER, 2006.
- 41 ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO (ANFACER). Disponível em: < <http://www.anfacer.org.br/>>. Acesso em: 30 abr 2007.

- 42 ASSOCIAÇÃO PAULISTA DAS CERÂMICAS DE REVESTIMENTO. (ASPACER). Disponível em: <<http://www.aspacer.com.br/>>. Acesso em: 29 abr. 2007.
- 43 BANCO DO BRASIL. **Revestimento Cerâmico – Qualidade, beleza e resistência.** Rio de Janeiro: Revista Comércio Exterior – Edição Especial p. 85-90, Novembro 2000.
- 44 BELLINGIERI, J.C. **As origens da indústria cerâmica em São Paulo.** In: Congresso Brasileiro de Cerâmica, 6-9 junho, 2005, São Pedro, São Paulo.
- 45 BHOTE, K., R. **Qualidade de Classe Mundial.** Rio de Janeiro: Quallitymark, 1996.
- 46 BIFFI, G. **Defeitos de Fabricação das Placas Cerâmicas.** Rio Claro: Gruppo Editorile Faenza Editrice, 2000.
- 47 BIFFI, G. **MANUALE PER LA PRODUZIONE DELLE PIASTRELLE.** Faenza: Gruppo Editorile Faenza Editrice, 2002.
- 48 BORELLI, A. **As Melhores do Mundo.** São Paulo: Revista Cerâmica Informação, n. 7, p. 14-15, Nov./Dez. 1999.
- 49 BOSCHI, A. **Uma análise crítica do setor de revestimentos cerâmicos.** São Paulo, Revista Cerâmica Industrial, v. 7, n.2, p. 8-13, Mar./Abr. 2002.
- 50 BRESCIANI, A. et al. **Difetti Superficiali delle Piastrelle Ceramiche.** Faenza: Gruppo Faenza Editrice, 2001.
- 51 BUSANI, G.; PALMONARI, C.; TIMELLINI, G. **Piastrelle Ceramiche & Ambiente.** Sassuolo, Modena: Edi.Cer. S.p.A, 1995.
- 52 BUSTAMANTE, G. M.; BRESSIANI, J. C. **A Indústria Cerâmica Brasileira.** São Paulo: Revista Cerâmica Industrial, v. 5, n. 3, p. 31-36, Mai./Jun. 2000.
- 53 CÂMARA BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO - CBIC. Disponível em: <<http://www.cbic.org.br/mostraPagina.asp?codServico=877>>. Acesso em: 29 abr. 2007.
- 54 CAMPANÁRIO, MILTON. **Notas de aula da Disciplina EAE 5952,** São Paulo: FEA-USP, 2004.
- 55 CAMPOS, V. F. **Gerencia da qualidade total: estratégia para aumentar a competitividade da empresa brasileira.** Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1989.

- 56 CARIDADE, M; TORKOMIAN, A. L. V. **Estratégias de Produção das Empresas Cerâmicas de Santa Gertrudes**. São Paulo: Revista Cerâmica Industrial, v. 6, n. 1, p. 32-39, Jan./Fev. 2001.
- 57 CENTRO CERÂMICO DO BRASIL (CCB) . Disponível em:
<<http://www.ccb.org.br> >. Acesso em: 02 mai. 2007.
- 58 CENTRO CERÂMICO DO BRASIL (CCB). **Apostila de Especificação de Placas Cerâmicas**. São Paulo, 1999.
- 59 Centro de Tecnologia em Cerâmica (CTCmat). Disponível em:
<<http://www.ctcmat.senai.br>>. Acesso em: 07 dez. 2005.
- 60 CHANDLER Jr.; ALFRED D. **Strategy and structure: chapters in the history of the American Industrial Enterprise**. Cambridge: Massachusetts. MIT Press, 1962.
- 61 CHRISTOFOLETTI, S.R, *et al.* **Mapeamento e Caracterização Geológica/tecnológica da Formação Corumbataí com Vistas ao Seu Emprego na Indústria de Revestimentos Cerâmicos**. Parte II - Caracterização tecnológica e sua correlação com a geologia. São Paulo: Revista Cerâmica Industrial, v.6, n.1, p.24-32, Jan/Fev. 2001.
- 62 COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Projeto Corumbataí Cerâmicas - Negociação de conflitos ambientais com o envolvimento de segmentos sociais e o polo cerâmico de Santa Gertrudes**. São Paulo: Cetesb, 2006.
- 63 CONSTANTINO, A. de O.; ROSA, S. E. S. de; CORRÊA, R. A. **Panorama do Setor de Revestimentos Cerâmicos**. Setembro de 2006. Disponível em:
<<http://www.bndes.gov.br/>>. Acesso em: 31 jan. 2007.
- 64 CROSBY, P. B. **Qualidade é investimento: a arte de garantir a qualidade**. Rio de Janeiro: Jose Olympio, 1994.
- 65 DAVENPORT, T.; PRUSAC, L. **Conhecimento Empresarial**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.
- 66 DRUCKER, P. F. **Introdução à Administração**. São Paulo: Pioneira, 1984.
- 67 DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução da administração**. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.
- 68 ENRIQUE, J.; FELIU, C.; AGRAMUNT, J.V. **Metodologia de Classificação de Placas Cerâmicas Segundo o Uso**. São Paulo: Revista Cerâmica Industrial, v.1, n.2, p. 1, Mai./Jun. 1996.

- 69 FEIGENBAUM, A. V. **Controle da Qualidade Total**. São Paulo: Makron, 1994.
- 70 FERRAZ, G. CADEIA: Cerâmica. *In*: COUTINHO, L.G. *et al.* (coords.). **Estudo da Competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio**. Campinas: UNICAMP-IE-NEIT/ MDIC/ MCT/FINEP, 2002. 60p. (Nota Técnica Final).
- 71 FERRAZ, J. C.; KUPFER, D.; HAGUENAUER, L. **Made in Brasil – Desafios Competitivos para a Indústria**. Rio de Janeiro: Campus, 1996.
- 72 GIACOMINI, P. **World production and consumption of ceramic tiles**. Modena, Italy: Ceramic World Review, n. 68, p. 58-76, July/Sept. 2006.
- 73 GORINI, A. P. F.; CORREA, A. R. **Cerâmica para Revestimentos**. Rio de Janeiro: BNDES Setorial, n. 10, p. 201-252, set. 1999.
- 74 IGAMI, M.P.Z.; ZARPELON, L.M.C. (Org). **Guia para a elaboração de dissertações e teses: preparado para orientação dos alunos de Pós-graduação do IPEN**. São Paulo: IPEN, Divisão de Informação e Documentação Científicas, 2002.
- 75 INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **Homepage da instituição**. Disponível em: <<http://www.iso.org/>>. Acesso em: 31 out. 2005.
- 76 INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Ceramic tiles – Definitions, characteristics requirements and marking**. Geneva: 1998. (ISO 13006).
- 77 INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Ceramic Tiles Test methods**. Geneva. (ISO 10545 Parts 1 to 17).
- 78 INSTITUTO ITALIANO PARA O COMÉRCIO EXTERIOR (ICE); ASSOCIAÇÃO DOS CONSTRUTORES DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS PARA A INDÚSTRIA CERÂMICA (ACIMAC). **Apostila do curso de esmaltação e decoração de pisos e azulejos cerâmicos**. Rio Claro, 1999.
- 79 INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL - Inmetro. **Análise da Qualidade de Revestimentos Cerâmicos (Pisos e Azulejos)**. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/revestimentos.asp>>. Acesso em: 01 mai. 2007.
- 80 JUNOD, S. W. **"God, Motherhood and the Flag" Implementing the First Pharmaceutical Current Good Manufacturing Practices (cGMP's) Regulations**. U. S. Food and Drug Administration (FDA), Rockville, june 2004.

Disponível em: <<http://www.fda.gov/oc/history/makinghistory/firstgmps.html>>.
Acesso em: 27 dez. 2006.

- 81 JURAN, J. M.; GRYNA, F.M. **Controle da Qualidade**. Vol. 3, Ciclo dos Produtos: do Projeto à Produção. São Paulo: Makron, 1993.
- 82 JURAN, J. M.; GRYNA, F.M. **Controle da Qualidade**. Vol. 8, Qualidade em diferentes Sistemas de Produção. São Paulo: Makron, 1993.
- 83 KOTLER, P. **Marketing**. São Paulo: Atlas, 1990.
- 84 LAS CASAS, A. L. **Qualidade total em serviços: conceitos, exercícios, casos práticos**. São Paulo: Atlas, 1997.
- 85 LEMOS, A.; VIVONA, D. **Visão Estratégica do Setor de Revestimentos Cerâmicos, Mercadológica e Tecnológica, em Busca da Consolidação da Competitividade Internacional**. Revista Cerâmica Industrial, v.2 n. 3/4, p.10-18, Mai./Ago., 1997.
- 86 MACHADO, S. A. **Dinâmica dos arranjos produtivos locais: Um estudo de caso em Santa Gertrudes, a nova capital da cerâmica brasileira**. São Paulo: Tese de Doutorado. Escola Politécnica Departamento de Engenharia de Produção. Universidade de São Paulo, 2003.
- 87 MARANHÃO, M. **ISO Série 9000: Manual de Implementação, versão 2000**. 6ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001
- 88 MARTÍN, L. F. **Processos Produtivos em Revestimentos Cerâmicos: Variáveis de Processo e Possíveis Causas de Defeitos**. Revista Cerâmica Industrial, v. 9 n. 5/6, p. 7-10, Set./Dez., 2004.
- 89 MEYER-STAMER, J.; MAGGI, C. & SEIBEL, S. **Cadeia de Valor Global do Setor Cerâmico: um estudo comparativo dos clusters de Sassuolo, Castellón e Criciúma**. Florianópolis: Instituto Euvaldo Lodi - Santa Catarina 2001.
- 90 MENEGAZZO, A. P. M.; QUINTEIRO, E.; DEYURI, T. A.; PASCHOAL, A. B.; DESIMONE D.; GIBERTONI, C. **La Industria Brasileña de Baldosas Cerâmicas: Calidade y Evolución Tecnológica**. In: QUALICER 2004, Castellón, Anais – Tomo II, Castellón: Instituto de Tecnologia Cerámica, 2004. p. P.GI-307– P.GI-321.
- 91 MENEGAZZO, A. P. M.; et al. **Grés Porcelanato. Parte I: Uma Abordagem Mercadológica**. Revista Cerâmica Industrial, v.5 n5, p.07-10, Set./Out., 2000.

- 92 MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (MDIC). **Barreiras Técnicas às Exportações**. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas>> Acesso em: 25 jun. 2003.
- 93 MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (MDIC). **Importações Brasileiras**. Disponível em: <<http://alicesweb.desenvolvimento.gov.br/default.asp>>. Acesso em: 29 abr. 2007.
- 94 MINISTÉRIO DA JUSTIÇA. **Código de Proteção e Defesa do Consumidor**. Brasília: Lei N° 8.078 de 11 de setembro de 1990.
- 95 MINTZBERG, HENRY; QUINN, JAMES B. **O Processo da Estratégia**. 3ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- 96 MOURA, EDUARDO C. **As sete ferramentas gerenciais da qualidade: implementando a melhoria contínua com maior eficácia**. São Paulo: Makron, 1994.
- 97 NASSETTI, G; CARNEVALI, G. **Revestimentos Cerâmicos – Defeitos de Fabricação – Diagnóstico e Terapia**. Edição Brasileira do Manual elaborado pelo Centro Cerâmico de Bolonha. ISBN 85-88675-01-3. São Carlos: ParqTec, [s.d].
- 98 OLIVEIRA, M. L. DE. **As Exportações Brasileiras de Produtos Cerâmicos para Revestimentos no Período de 1980-2001**. São Paulo: Revista Cerâmica Industrial, v. 7, n. 5, p. 29-39, Set/Out. 2002.
- 99 PALMONARI, C.; CARANI, G. **Le Piastrelle di Ceramica Sotto Controllo**. Bologna: Centro Ceramico Bologna, 2005.
- 100 PASCHOAL, J. O. A.; PASQUALINI, D. A.; VASCONCELOS, E. **Competitividade e Inovação Tecnológica – Um estudo do setor de revestimento cerâmico**. São Paulo: Projeto apresentado à Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo para a conclusão de MBA Executivo Internacional, 1997.
- 101 PIVA, M. A.; PACHECO, A. C. B. **O que as indústrias de revestimento cerâmico da região de Santa Gertrudes esperam das instituições de ensino, pesquisa e desenvolvimento**. São Paulo: Revista Cerâmica Industrial, v. 2, n. 5/6, p. 7-10, Setembro/Novembro 1997.
- 102 PORCAR, J. L.; PLEGUEZUELO A.; RENAUF.; GOMIS J. M. **Manual - Guía Técnica de los Revestimientos y Pavimentos Cerámicos**. Castellón: Instituto de Tecnología Cerámica, 1987.

- 103 PORTER, M. E. **Vantagem Competitiva – Criando e Sustentando um Desempenho Superior**. 26ª edição. Rio de Janeiro: Campus, 1989.
- 104 PORTER, M. E. **A Vantagem Competitiva das Nações**. Rio de Janeiro: Campus, 1993.
- 105 PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT - PBQP-H. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/pbqp-h>> Acesso em: 01 mai. 2007.
- 106 SANTOS, P. DE S. **Tecnologia de Argilas**. Vol.1, Fundamentos. São Paulo: Edgard Blucher, 1975.
- 107 SAUDI ARABIAN STANDARDS ORGANIZATION. **Methods of Test for Ceramic Tiles**. Riyadh: (SASO, 1030).
- 108 SAUDI ARABIAN STANDARDS ORGANIZATION. **Ceramic Tiles**. Riyadh: (SASO, 1030).
- 109 SERRALHEIRO, W. A. O. **O processo de adaptação estratégica das Empresas Eliane sob a ótica da teoria institucional e da Visão Baseada em Recursos (RBV)**. Florianópolis: Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.
- 110 SIQUEIRA, T. V. DE. **A Indústria Brasileira nos Últimos 16 Anos do Século 20: 1985/2000**. Rio de Janeiro: Revista do BNDES, v. 7, n. 14, p. 55-106, Dez. 2000.
- 111 SILVA, E. M. DA. **Um modelo de rede de lojas da própria indústria: Estudo de caso em indústria de revestimentos cerâmicos**. Florianópolis: Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.
- 112 SHIBA, S.; GRAHAN, A.; WALDEN, D. **TQM: quatro revoluções na gestão da qualidade**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- 113 SLACK, N. **Formulando Estratégia de Manufatura. Vantagem Competitiva em Manufatura**. São Paulo: Atlas, 1993.
- 114 TAGUCHI, G; ELSAYED, E. A.; HSIANG, T. C. **Engenharia da Qualidade em Sistemas de Produção**. São Paulo: McGraw-Hill, 1990.
- 115 THIOLLENT, M. **Pesquisa-Ação nas Organizações**. São Paulo: Atlas, 1997.

- 116 Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC). Disponível em:
<<http://www.unesc.net>>. Acesso em: 30 de abril 2007.
- 117 VAN VLACK, L. H. **Princípio de Ciência dos Materiais**. São Paulo:
Edgard Blucher, 1970.
- 118 YOSHINAGA, C. **Qualidade total: a forma mais pratica e econômica de
implementação e condução**. São Paulo: S/N, 1987.
- 119 ZACCARELLI, S. B. **Administração Estratégica da Produção**. São Paulo:
Atlas, 1990.

APÊNDICE A - “Roteiro para Avaliação de Empresas Fabricantes de Placas Cerâmicas” – Avaliação inicial

Questionário preenchido com os resultados da avaliação inicial das empresas fabricantes de placas cerâmicas.

1- ADMINISTRAÇÃO E INFORMAÇÕES GERAIS		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
Requisito		Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
a-	Possui mineração e extração própria?	x		x		x		x	
b-	Prepara a massa por via úmida?		x		x	x			x
c-	Prepara a massa por via seca?	x		x			x	x	
d-	Fabrica de Placas Cerâmicas para piso?	x		x		x		x	
e-	Fabrica de Placas Cerâmicas para parede?	x		x		x		x	
f-	Fabrica de Placas Cerâmicas para fachada?		x		x		x		x
g-	Subcontrata serviços de terceiros para a produção de seus produtos?		x		x		x		x
h-	Atua no mercado brasileiro?	x		x		x		x	
i-	Exporta para América Latina?	x		x		x		x	
j-	Exporta para Estados Unidos?	x		x		x			x
k-	Exporta para Europa?		x		x	x			x
l-	Exporta para África?	x		x		x		x	
m-	Contrata serviços laboratoriais de terceiros para ensaios de matéria prima e produtos?	x		x		x		x	
n-	A empresa contrata serviços de calibração de terceiros?	x			x	x		x	
1.1	Os laboratórios de ensaios são acreditados por instituição reconhecida?	x		x		x			x
1.2	Os laboratórios de calibração são acreditados por instituição reconhecida ou possuem padrões rastreáveis?	x			x	x			x
1.3	Define formalmente as responsabilidades dos funcionários?	x			x	x			x
1.4	Possui organograma estabelecido?	x			x	x			x
1.5	Possui critérios definidos para admissão de funcionários?	x			x	x			x
1.6	Existe Programa de Saúde Ocupacional?	x		x		x		x	
1.7	Existe Programa de Prevenção de Riscos Ambientais?	x		x		x		x	
1.8	Quando necessário, são utilizados equipamentos de proteção individual?	x		x		x		x	

2- INSTALAÇÕES		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
Requisito		Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
2.1	Possui instalações adequadas para a fabricação de placas cerâmicas?	x		x		x		x	
2.2	Possui equipamentos apropriados para a fabricação?	x		x		x		x	
2.3	Possui condições de limpeza e organização adequadas?	x		x		x		x	
2.4	Possui programa de manutenção das máquinas e equipamentos?	x			x		x		x
2.5	Possui programa de lubrificação das máquinas e equipamentos?	x			x		x		x

Continuação do questionário preenchido com os resultados da avaliação inicial das empresas fabricantes de placas cerâmicas.

3- RECEBIMENTO E INSPEÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS

3.1 Condições Gerais		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
3.1.1	Possui programa para avaliação e qualificação de fornecedores?	x			x		x		x
3.1.2	Possui avaliação do histórico de fornecimento?	x		X		x		x	
3.1.3	Os equipamentos de medição são calibrados periodicamente?	x			x	x			x
3.1.4	Existem registros das calibrações dos equipamentos de medição?	x			x	x			x
3.1.5	As atividades são realizadas de acordo com procedimentos formalmente estabelecidos?	x			x	x			x
3.1.6	Os procedimentos estão disponíveis para os usuários?	x			x	x			x
3.1.7	Existem registros da execução das atividades?	x		X		x		x	
3.1.8	Existe um sistema para controle do estoque?	x		X		x		x	
3.1.9	Os materiais são identificados quanto ao estado de inspeção (aprovado, reprovado, aguardando liberação)?	x			x	x			x
3.1.10	As áreas para estocagem são apropriadas?	x		X		x		x	
3.1.11	A preservação do material é adequada para prevenir a deterioração?	x		X		x		x	
3.1.12	Estão definidos os critérios de qualificação do pessoal?	x			x		x		x
3.1.13	O pessoal está treinado para executar as atividades de recebimento, inspeção e armazenamento?	x		X		x			x

3.2 Matérias-primas que se incorporam ao produto		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
3.2.1	As matérias primas são identificadas para permitir a rastreabilidade?	x			x	x			x
3.2.2	Possui critério de aceitação e rejeição com base em resultados de ensaio?	x		x		x		x	
3.2.3	As matérias primas são utilizadas, somente, após a realização dos ensaios de recebimento?	x		x		x			x
3.2.4	As matérias primas reprovadas são segregadas?	x		x		x			x

3.3. Materiais que não se incorporam ao produto		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
3.3.1	Os materiais são identificados para permitir a rastreabilidade?	x			x		x		x
3.3.2	Possui critério de aceitação e rejeição?	x		x		x			x
3.3.3	Os materiais são utilizados, somente, após avaliação no recebimento?	x		x		x			x
3.3.4	O material reprovado é segregado?	x		x		x			x

Continuação do questionário preenchido com os resultados da avaliação inicial das empresas fabricantes de placas cerâmicas.

4- PRODUÇÃO

4.1. Condições gerais		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
4.1.1	Possui planejamento da produção?	x		x		x		x	
4.1.2	As atividades de produção são realizadas de acordo com procedimentos formalmente estabelecidos?	x			x	x			x
4.1.3	Os procedimentos estão disponíveis para os usuários?	x			x	x			x
4.1.4	Existem registros da execução das atividades?	x		x		x		x	
4.1.5	Os equipamentos de medição são calibrados periodicamente?	x			x	x			x
4.1.6	Existem registros das calibrações dos equipamentos de medição?	x			x	x			x
4.1.7	Os controles do processo são realizados nas frequências estabelecidas nos respectivos procedimentos?	x			x	x			x
4.1.8	Estão definidos os critérios de qualificação do pessoal?	x			x	x			x
4.1.9	O pessoal está treinado para executar as atividades de produção?	x		x		x		x	

4.2 Mineração e extração da matéria prima		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
4.2.1	Possui geólogo ou engenheiro de minas?	x		x		x		x	
4.2.2	Possui plano de lavras da jazida?	x		x		x		x	
4.2.3	Possui procedimentos escritos para a metodologia de extração?		x		x		x		x
4.2.4	Analisa a composição química da jazida periodicamente?	x		x		x		x	
4.2.5	Possui registro das análises químicas efetuadas?	x		x		x		x	
4.2.6	Analisa as propriedades físicas da jazida periodicamente?	x		x		x			x
4.2.7	Possui registro das análises físicas efetuadas?	x		x		x			x
4.2.8	Possui critério de aceitação e rejeição com base em resultados de ensaio?		x		x	x			x
4.2.9	As matérias primas reprovadas são segregadas?		x		x	x			x
4.2.10	Durante a extração e armazenamento as matérias primas são identificadas para permitir a rastreabilidade?	x		x		x			x
4.2.11	Somente envia a matéria prima para a preparação da massa após a realização dos ensaios e da aprovação?		x	x		x			x

Continuação do questionário preenchido com os resultados da avaliação inicial das empresas fabricantes de placas cerâmicas.

4.3 Preparação da Massa		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
4.3.1	Somente utiliza as matérias primas após os controles de recebimento?	x		x		x			x
4.3.2	Possui formulação para mistura da massa?	x		x		x			x
4.3.3	Possui procedimentos escritos para a metodologia de preparação e controle da moagem da massa?		x		x	x			x
4.3.4	Realiza controles durante a preparação da massa?	x		x		x		x	
4.3.5	Possui registro dos resultados obtidos?	x		x		x			x
4.3.6	Possui critério de aceitação e rejeição com base em resultados obtidos?		x	x		x			x
4.3.7	Há segregação de massas reprovadas?		x	x		x			x
4.3.8	Durante a preparação da massa há identificação para permitir rastreabilidade?	x		x		x			x
4.3.9	Somente envia a massa para prensagem após a realização dos controles e da aprovação?		x	x		x			x

4.4 Preparação de Engobes, Esmaltes e Tintas para decoração		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
4.4.1	Somente utiliza as matérias primas após os controles de recebimento?	x		x		x		x	
4.4.2	Possui formulação para engobes, esmaltes e tintas?	x		x		x		x	
4.4.3	Possui procedimentos escritos para a metodologia de preparação e controle de engobes, esmaltes e tintas?	x		x		x			x
4.4.4	Realiza controles durante a preparação de engobes, esmaltes e tintas?	x		x		x		x	
4.4.5	Possui registro dos resultados obtidos?	x		x		x			x
4.4.6	Possui critério de aceitação e rejeição com base em resultados obtidos?	x		x		x		x	
4.4.7	Há segregação de engobes, esmaltes e tintas reprovados?	x		x		x		x	
4.4.8	Durante a preparação há identificação para permitir rastreabilidade?	x		x		x			x
4.4.9	Somente envia os engobes, esmaltes e tintas para a esmaltação após a realização dos ensaios e da aprovação?	x		x		x			x

Continuação do questionário preenchido com os resultados da avaliação inicial das empresas fabricantes de placas cerâmicas.

4.5 Processo de fabricação (Prensagem, secagem, esmaltação, queima, classificação e embalagem)		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
4.5.1	Somente utiliza a massa após os controles de recebimento?	x		x		x			x
4.5.2	Possui procedimentos escritos para a metodologia e controle de prensagem?	x			x	x			x
4.5.3	Realiza controles durante a prensagem?	x		x		x		x	
4.5.4	Possui procedimentos escritos para a metodologia e controle de secagem?	x			x	x			x
4.5.5	Realiza controles durante a secagem?	x		x		x			x
4.5.6	Possui procedimentos escritos para a metodologia e controle da esmaltação?	x			x	x			x
4.5.7	Realiza controles durante a esmaltação?	x		x		x		x	
4.5.8	Possui procedimentos escritos para a metodologia e controle da queima?	x			x	x			x
4.5.9	Possui curva de queima estabelecida?	x		x		x			x
4.5.10	Realiza controles durante a queima?	x		x		x		x	
4.5.11	Possui procedimentos escritos para a metodologia de classificação e embalagem?	x			x	x			x
4.5.12	Controla visualmente o produto antes da embalagem?	x		x		x		x	
4.5.13	Controla e classifica a tonalidade?	x		x		x		x	
4.5.14	Controla e classifica as características dimensionais automaticamente?	x		x		x		x	
4.5.15	Possui critérios definidos para classificar os produtos de primeira qualidade?	x		x		x		x	
4.5.16	Possui registro dos resultados obtidos?	x		x		x			x
4.5.17	Possui critério de aceitação e rejeição com base em resultados obtidos?	x		x		x		x	
4.5.18	Há segregação de produtos reprovados?	x		x		x			x

5- Controle da Qualidade

5.1 Condições Gerais		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
5.1.1	O controle de qualidade tem independência de atuação em relação à produção?		x	x		x			x
5.1.2	As atividades do controle de qualidade são realizadas de acordo com procedimentos formalmente estabelecidos?	x			x	x			x
5.1.3	Os procedimentos estão disponíveis para os usuários?	x			x	x			x
5.1.4	Existem registros da execução das atividades?	x		x		x			x
5.1.5	Os equipamentos de medição são calibrados periodicamente?	x			x	x			x
5.1.6	Existem registros das calibrações dos equipamentos de medição?	x			x	x			x
5.1.7	Os controles no produto acabado são realizados nas frequências estabelecidas nos respectivos procedimentos?		x		x	x			x
5.1.8	Estão definidos os critérios de qualificação do pessoal?	x			x	x			x
5.1.9	O pessoal está treinado para executar as atividades de controle da qualidade?	x		x		x			x

Continuação do questionário preenchido com os resultados da avaliação inicial das empresas fabricantes de placas cerâmicas.

5.2 Controle e inspeção do produto acabado		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
5.2.1	Realiza inspeção visual do produto acabado?	x		x		x		x	
5.2.2	Existem planos de amostragem definidos para os produtos acabados?		x	x		x			x
5.2.3	São utilizados padrões de referência para cada tipologia de produto?	x		x		x		x	
5.2.4	Realiza ensaios de caracterização do produto acabado de acordo com metodologias de normas técnicas nacionais?	x		x		x			x
5.2.5	Utiliza critérios de aceitação de normas nacionais para a qualidade do produto final?	x		x		x			x
5.2.6	Realiza ensaios de caracterização do produto acabado de acordo com metodologias de normas técnicas internacionais?		x		x		x		x
5.2.7	Utiliza critérios de aceitação de normas internacionais para a qualidade do produto final?		x		x		x		x
5.2.8	Existem pessoas responsáveis para avaliar os resultados das inspeções realizadas?	x		x		x		x	
5.2.9	Existem ensaios efetuados por laboratórios contratados?	x		x		x		x	
5.2.10	Os resultados dos ensaios efetuados por laboratórios contratados são avaliados?	x		x		x		x	
5.2.11	A liberação do produto acabado ocorre, somente, após a verificação do cumprimento das especificações estabelecidas?		x	x		x			x
5.2.12	Possui registro dos resultados obtidos?	x		x		x			x
5.2.13	Há segregação de produto acabado reprovado?	x		x		x			x
5.2.14	O produto acabado possui identificação para permitir rastreabilidade?	x		x		x			x

6- ARMAZENAMENTO E EXPEDIÇÃO DE PRODUTOS

6.1- Armazenamento de produtos acabados		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
6.1.1	Possui área apropriada para o armazenamento de produtos acabados?	x		X		x		x	
6.1.2	As atividades de armazenamento são realizadas de acordo com procedimentos formalmente estabelecidos?	x			x	x			x
6.1.3	Os procedimentos estão disponíveis para os usuários?	x			x	x			x
6.1.4	Existem registros da execução das atividades?	x		X		x			x
6.1.5	O armazenamento é realizado adequadamente para evitar danos ao produto acabado?	x		X		x		x	
6.1.6	Existe avaliação periódica do estado dos produtos acabados que estão armazenados?		x	X		x			x

Continuação do questionário preenchido com os resultados da avaliação inicial das empresas fabricantes de placas cerâmicas.

6.2 Expedição		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
6.2.1	6.2.1 Possui área apropriada para a expedição dos produtos acabados?	x		x		x		x	
6.2.2	6.2.2 As atividades de expedição são realizadas de acordo com procedimentos formalmente estabelecidos?	x			x	x			x
6.2.3	6.2.3 Os procedimentos estão disponíveis para os usuários?	x			x	x			x
6.2.4	6.2.4 Existem registros da execução das atividades?	x		x		x		x	
6.2.5	6.2.5 Verifica se os veículos têm condições de fazer o transporte sem provocar danos ao produto?	x		x		x			x
6.2.6	6.2.6 Verifica se todas as providências que garantem a qualidade do produto tenham sido realizadas antes da expedição para o cliente?	x		x		x			x

7 - Reclamação de Clientes		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
7.1	Existe sistemática para o recebimento de reclamações de clientes?	x		x		x		x	
7.2	Existem procedimentos para a avaliação e medidas a serem adotadas em caso de reclamações?	x			x	x			x
7.3	Existe definição de responsabilidade pela decisão e medidas a serem adotadas em caso de reclamações?	x		x		x			x
7.4	Todas as reclamações são registradas e completamente avaliadas e investigadas?	x		x		x			x
7.5	O responsável pelo Controle de Qualidade é envolvido na investigação da reclamação?	x		x		x		x	
7.6	São tomadas providências após a investigação e a avaliação da reclamação para evitar a reincidência?	x		x		x			x
7.7	Existem dados estatísticos das causas das reclamações?	x		x		x			x

Continuação do questionário preenchido com os resultados da avaliação inicial das empresas fabricantes de placas cerâmicas.

8- Gestão da Qualidade		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
8.1	A empresa possui um sistema para a Gestão da Qualidade?	x			x	x			x
8.2	Este sistema é divulgado a todos os funcionários?	x			x	x			x
8.3	As responsabilidades pela Gestão da Qualidade estão claramente definidas?	x			x	x			x
8.4	Existe planejamento e cronograma de treinamento de pessoal?	x			x	x			x
8.5	Os funcionários são treinados e orientados de modo a garantir a correta e completa execução dos processos de acordo com os procedimentos estabelecidos?	x			x	x			x
8.6	As ações de treinamento são avaliadas para medir os resultados?	x			x	x			x
8.7	A introdução de mudanças ou melhorias nos processos deve ser acompanhada pela Gestão da Qualidade?	x		x			x		x
8.8	São realizadas auditorias internas com a finalidade de verificar o cumprimento dos procedimentos estabelecidos?	x			x	x			x
8.9	Existe um sistema formal para a investigação de desvios de qualidade, ações corretivas e ações preventivas?	x			x	x			x
8.10	Existe metodologia para validação dos processos?		X		x		x		x
8.11	São realizadas revalidações quando há mudanças que possam afetar a qualidade de um processo?		X		x		x		x
8.12	A empresa possui metodologia estabelecida para o desenvolvimento de novos produtos?	x		x		x			x
8.13	São mantidos registros sobre o desenvolvimento de novos produtos?	x		x		x			x
8.14	O setor de Gestão da Qualidade é responsável pela aprovação, distribuição e guarda dos procedimentos estabelecidos?	x			x	x			x
8.15	O setor de Gestão da Qualidade é responsável pela avaliação e guarda dos registros sobre os produtos acabados?	x		x		x		x	
8.16	Os registros permitem a rastreabilidade dos materiais, equipamentos utilizados e dos controles de qualidade realizados?	x		x		x			x
8.17	O tempo para arquivamento dos registros é estabelecido?	x		x		x			x

APÊNDICE B - “Roteiro para Avaliação de Empresas Fabricantes de Placas Cerâmicas” – Avaliação final

Questionário preenchido com os resultados da avaliação final das empresas fabricantes de placas cerâmicas.

1- ADMINISTRAÇÃO E INFORMAÇÕES GERAIS		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
Requisito		Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
a-	Possui mineração e extração própria?	x		x		x		x	
b-	Prepara a massa por via úmida?		X		x	x			x
c-	Prepara a massa por via seca?	x		x			x	x	
d-	Fabrica de Placas Cerâmicas para piso?	x		x		x		x	
e-	Fabrica de Placas Cerâmicas para parede?	x		x		x		x	
f-	Fabrica de Placas Cerâmicas para fachada?		X		x		x		x
g-	Subcontrata serviços de terceiros para a produção de seus produtos?		X		x		x		x
h-	Atua no mercado brasileiro?	x		x		x		x	
i-	Exporta para América Latina?	x		x		x		x	
j-	Exporta para Estados Unidos?	x		x		x			x
k-	Exporta para Europa?		X		x	x			x
l-	Exporta para África?	x		x		x		x	
m-	Contrata serviços laboratoriais de terceiros para ensaios de matéria prima e produtos?	x		x		x		x	
n-	A empresa contrata serviços de calibração de terceiros?	x			x	x		x	
1.1	Os laboratórios de ensaios são acreditados por instituição reconhecida?	x		x		x		x	
1.2	Os laboratórios de calibração são acreditados por instituição reconhecida ou possuem padrões rastreáveis?	x		x		x		x	
1.3	Define formalmente as responsabilidades dos funcionários?	x		x		x		x	
1.4	Possui organograma estabelecido?	x		x		x		x	
1.5	Possui critérios definidos para admissão de funcionários?	x		x		x		x	
1.6	Existe Programa de Saúde Ocupacional?	x		x		x		x	
1.7	Existe Programa de Prevenção de Riscos Ambientais?	x		x		x		x	
1.8	Quando necessário, são utilizados equipamentos de proteção individual?	x		x		x		x	

2- INSTALAÇÕES		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
Requisito		Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
2.1	Possui instalações adequadas para a fabricação de placas cerâmicas?	x		x		x		x	
2.2	Possui equipamentos apropriados para a fabricação?	x		x		x		x	
2.3	Possui condições de limpeza e organização adequadas?	x		x		x		x	
2.4	Possui programa de manutenção das máquinas e equipamentos?	x		x		x			x
2.5	Possui programa de lubrificação das máquinas e equipamentos?	x		x		x		x	

Continuação do questionário preenchido com os resultados da avaliação final das empresas fabricantes de placas cerâmicas.

3- RECEBIMENTO E INSPEÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS

3.1 Condições Gerais		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
3.1.1	Possui programa para avaliação e qualificação de fornecedores?	x		x		x		x	
3.1.2	Possui avaliação do histórico de fornecimento?	x		x		x		x	
3.1.3	Os equipamentos de medição são calibrados periodicamente?	x		x		x		x	
3.1.4	Existem registros das calibrações dos equipamentos de medição?	x		x		x		x	
3.1.5	As atividades são realizadas de acordo com procedimentos formalmente estabelecidos?	x		x		x		x	
3.1.6	Os procedimentos estão disponíveis para os usuários?	x		x		x		x	
3.1.7	Existem registros da execução das atividades?	x		x		x		x	
3.1.8	Existe um sistema para controle do estoque?	x		x		x		x	
3.1.9	Os materiais são identificados quanto ao estado de inspeção (aprovado, reprovado, aguardando liberação)?	x		x		x		x	
3.1.10	As áreas para estocagem são apropriadas?	x		x		x		x	
3.1.11	A preservação do material é adequada para prevenir a deterioração?	x		x		x		x	
3.1.12	Estão definidos os critérios de qualificação do pessoal?	x		x		x		x	
3.1.13	O pessoal está treinado para executar as atividades de recebimento, inspeção e armazenamento?	x		x		x		x	

3.2 Matérias-primas que se incorporam ao produto		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
3.2.1	As matérias primas são identificadas para permitir a rastreabilidade?	x		x		x		x	
3.2.2	Possui critério de aceitação e rejeição com base em resultados de ensaio?	x		x		x		x	
3.2.3	As matérias primas são utilizadas, somente, após a realização dos ensaios de recebimento?	x		x		x		x	
3.2.4	As matérias primas reprovadas são segregadas?	x		x		x		x	

3.3. Materiais que não se incorporam ao produto		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
3.3.1	Os materiais são identificados para permitir a rastreabilidade?	x		x		x		x	
3.3.2	Possui critério de aceitação e rejeição?	x		x		x		x	
3.3.3	Os materiais são utilizados, somente, após avaliação no recebimento?	x		x		x		x	
3.3.4	O material reprovado é segregado?	x		x		x		x	

Continuação do questionário preenchido com os resultados da avaliação final das empresas fabricantes de placas cerâmicas.

4- PRODUÇÃO

4.1. Condições gerais		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
4.1.1	Possui planejamento da produção?	x		x		x			x
4.1.2	As atividades de produção são realizadas de acordo com procedimentos formalmente estabelecidos?	x		x		x		x	
4.1.3	Os procedimentos estão disponíveis para os usuários?	x		x		x		x	
4.1.4	Existem registros da execução das atividades?	x		x		x		x	
4.1.5	Os equipamentos de medição são calibrados periodicamente?	x		x		x		x	
4.1.6	Existem registros das calibrações dos equipamentos de medição?	x		x		x		x	
4.1.7	Os controles do processo são realizados nas frequências estabelecidas nos respectivos procedimentos?	x		x		x		x	
4.1.8	Estão definidos os critérios de qualificação do pessoal?	x		x		x		x	
4.1.9	O pessoal está treinado para executar as atividades de produção?	x		x		x		x	

4.2 Mineração e extração da matéria prima		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
4.2.1	Possui geólogo ou engenheiro de minas?	x		x		x		x	
4.2.2	Possui plano de lavras da jazida?	x		x		x		x	
4.2.3	Possui procedimentos escritos para a metodologia de extração?		x		x		x		x
4.2.4	Analisa a composição química da jazida periodicamente?	x		x		x		x	
4.2.5	Possui registro das análises químicas efetuadas?	x		x		x		x	
4.2.6	Analisa as propriedades físicas da jazida periodicamente?	x		x		x		x	
4.2.7	Possui registro das análises físicas efetuadas?	x		x		x		x	
4.2.8	Possui critério de aceitação e rejeição com base em resultados de ensaio?		x	x		x			x
4.2.9	As matérias primas reprovadas são segregadas?	x		x		x			x
4.2.10	Durante a extração e armazenamento as matérias primas são identificadas para permitir a rastreabilidade?	x		x		x			x
4.2.11	Somente envia a matéria prima para a preparação da massa após a realização dos ensaios e da aprovação?		x	x		x			x

Continuação do questionário preenchido com os resultados da avaliação final das empresas fabricantes de placas cerâmicas.

4.3 Preparação da Massa		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
4.3.1	Somente utiliza as matérias primas após os controles de recebimento?	x		x		x			x
4.3.2	Possui formulação para mistura da massa?	x		x		x		x	
4.3.3	Possui procedimentos escritos para a metodologia de preparação e controle da moagem da massa?	x		x		x		x	
4.3.4	Realiza controles durante a preparação da massa?	x		x		x		x	
4.3.5	Possui registro dos resultados obtidos?	x		x		x		x	
4.3.6	Possui critério de aceitação e rejeição com base em resultados obtidos?	x		x		x			x
4.3.7	Há segregação de massas reprovadas?	x		x		x		x	
4.3.8	Durante a preparação da massa há identificação para permitir rastreabilidade?	x		x		x		x	
4.3.9	Somente envia a massa para prensagem após a realização dos controles e da aprovação?	x		x		x			x

4.4 Preparação de Engobes, Esmaltes e Tintas para decoração		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
4.4.1	Somente utiliza as matérias primas após os controles de recebimento?	x		x		x		x	
4.4.2	Possui formulação para engobes, esmaltes e tintas?	x		x		x		x	
4.4.3	Possui procedimentos escritos para a metodologia de preparação e controle de engobes, esmaltes e tintas?	x		x		x		x	
4.4.4	Realiza controles durante a preparação de engobes, esmaltes e tintas?	x		x		x		x	
4.4.5	Possui registro dos resultados obtidos?	x		x		x		x	
4.4.6	Possui critério de aceitação e rejeição com base em resultados obtidos?	x		x		x		x	
4.4.7	Há segregação de engobes, esmaltes e tintas reprovados?	x		x		x		x	
4.4.8	Durante a preparação há identificação para permitir rastreabilidade?	x		x		x		x	
4.4.9	Somente envia os engobes, esmaltes e tintas para a esmaltação após a realização dos ensaios e da aprovação?	x		x		x		x	

Continuação do questionário preenchido com os resultados da avaliação final das empresas fabricantes de placas cerâmicas.

4.5 Processo de fabricação (Prensagem, secagem, esmaltação, queima, classificação e embalagem)		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
4.5.1	Somente utiliza a massa após os controles de recebimento?	x		x		x			x
4.5.2	Possui procedimentos escritos para a metodologia e controle de prensagem?	x		x		x		x	
4.5.3	Realiza controles durante a prensagem?	x		x		x		x	
4.5.4	Possui procedimentos escritos para a metodologia e controle de secagem?	x		x		x		x	
4.5.5	Realiza controles durante a secagem?	x		x		x		x	
4.5.6	Possui procedimentos escritos para a metodologia e controle da esmaltação?	x		x		x		x	
4.5.7	Realiza controles durante a esmaltação?	x		x		x		x	
4.5.8	Possui procedimentos escritos para a metodologia e controle da queima?	x		x		x		x	
4.5.9	Possui curva de queima estabelecida?	x		x		x		x	
4.5.10	Realiza controles durante a queima?	x		x		x		x	
4.5.11	Possui procedimentos escritos para a metodologia de classificação e embalagem?	x		x		x		x	
4.5.12	Controla visualmente o produto antes da embalagem?	x		x		x		x	
4.5.13	Controla e classifica a tonalidade?	x		x		x		x	
4.5.14	Controla e classifica as características dimensionais automaticamente?	x		x		x		x	
4.5.15	Possui critérios definidos para classificar os produtos de primeira qualidade?	x		x		x		x	
4.5.16	Possui registro dos resultados obtidos?	x		x		x		x	
4.5.17	Possui critério de aceitação e rejeição com base em resultados obtidos?	x		x		x		x	
4.5.18	Há segregação de produtos reprovados?	x		x		x		x	

5- Controle da Qualidade

5.1 Condições Gerais		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
5.1.1	O controle de qualidade tem independência de atuação em relação à produção?	x		x		x		x	
5.1.2	As atividades do controle de qualidade são realizadas de acordo com procedimentos formalmente estabelecidos?	x		x		x		x	
5.1.3	Os procedimentos estão disponíveis para os usuários?	x		x		x		x	
5.1.4	Existem registros da execução das atividades?	x		x		x		x	
5.1.5	Os equipamentos de medição são calibrados periodicamente?	x		x		x		x	
5.1.6	Existem registros das calibrações dos equipamentos de medição?	x		x		x		x	
5.1.7	Os controles no produto acabado são realizados nas frequências estabelecidas nos respectivos procedimentos?	x		x		x		x	
5.1.8	Estão definidos os critérios de qualificação do pessoal?	x		x		x		x	
5.1.9	O pessoal está treinado para executar as atividades de controle da qualidade?	x		x		x		x	

Continuação do questionário preenchido com os resultados da avaliação final das empresas fabricantes de placas cerâmicas.

5.2 Controle e inspeção do produto acabado		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
5.2.3	Realiza inspeção visual do produto acabado?	x		x		x		x	
5.2.1	Existem planos de amostragem definidos para os produtos acabados?	x		x		x		x	
5.2.2	São utilizados padrões de referência para cada tipologia de produto?	x		x		x		x	
5.2.4	Realiza ensaios de caracterização do produto acabado de acordo com metodologias de normas técnicas nacionais?	x		x		x		x	
5.2.5	Utiliza critérios de aceitação de normas nacionais para da qualidade do produto final?	x		x		x		x	
5.2.6	Realiza ensaios de caracterização do produto acabado de acordo com metodologias de normas técnicas internacionais?		x		x		x		x
5.2.7	Utiliza critérios de aceitação de normas internacionais para da qualidade do produto final?		x		x		x		x
5.2.8	Existem pessoas responsáveis para avaliar os resultados das inspeções realizadas?	x		x		x		x	
5.2.9	Existem ensaios efetuados por laboratórios contratados?	x		x		x		x	
5.2.10	Os resultados dos ensaios efetuados por laboratórios contratados são avaliados?	x		x		x		x	
5.2.11	A liberação do produto acabado ocorre, somente, após a verificação do cumprimento das especificações estabelecidas?	x		x		x		x	
5.2.12	Possui registro dos resultados obtidos?	x		x		x		x	
5.2.13	Há segregação de produto acabado reprovado?	x		x		x		x	
5.2.14	O produto acabado possui identificação para permitir rastreabilidade?	x		x		x		x	

6- ARMAZENAMENTO E EXPEDIÇÃO DE PRODUTOS

6.1- Armazenamento de produtos acabados		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
6.1.1	Possui área apropriada para o armazenamento de produtos acabados?	x		x		x		x	
6.1.2	As atividades de armazenamento são realizadas de acordo com procedimentos formalmente estabelecidos?	x		x		x		x	
6.1.3	Os procedimentos estão disponíveis para os usuários?	x		x		x		x	
6.1.4	Existem registros da execução das atividades?	x		x		x		x	
6.1.5	O armazenamento é realizado adequadamente para evitar danos ao produto acabado?	x		x		x		x	
6.1.6	Existe avaliação periódica do estado dos produtos acabados que estão armazenados?	x		x		x			x

Continuação do questionário preenchido com os resultados da avaliação final das empresas fabricantes de placas cerâmicas.

6.2 Expedição		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
6.2.1	6.2.1 Possui área apropriada para a expedição dos produtos acabados?	x		x		x		x	
6.2.2	6.2.2 As atividades de expedição são realizadas de acordo com procedimentos formalmente estabelecidos?	x		x		x		x	
6.2.3	6.2.3 Os procedimentos estão disponíveis para os usuários?	x		x		x		x	
6.2.4	6.2.4 Existem registros da execução das atividades?	x		x		x		x	
6.2.5	6.2.5 Verifica se os veículos têm condições de fazer o transporte sem provocar danos ao produto?	x		x		x		x	
6.2.6	6.2.6 Verifica se todas as providências que garantem a qualidade do produto tenham sido realizadas antes da expedição para o cliente?	x		x		x		x	

7 - Reclamação de Clientes		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
7.1	Existe sistemática para o recebimento de reclamações de clientes?	x		x		x		x	
7.2	Existem procedimentos para a avaliação e medidas a serem adotadas em caso de reclamações?	x		x		x		x	
7.3	Existe definição de responsabilidade pela decisão e medidas a serem adotadas em caso de reclamações?	x		x		x		x	
7.4	Todas as reclamações são registradas e completamente avaliadas e investigadas?	x		x		x		x	
7.5	O responsável pelo Controle de Qualidade é envolvido na investigação da reclamação?	x		x		x		x	
7.6	São tomadas providências após a investigação e a avaliação da reclamação para evitar a reincidência?	x		x		x			x
7.7	Existem dados estatísticos das causas das reclamações?	x		x		x		x	

Continuação do questionário preenchido com os resultados da avaliação final das empresas fabricantes de placas cerâmicas.

8- Gestão da Qualidade		Empresa I		Empresa II		Empresa III		Empresa IV	
	Requisito	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
8.1	A empresa possui um sistema para a Gestão da Qualidade?	x		x		x		x	
8.2	Este sistema é divulgado a todos os funcionários?	x		x		x		x	
8.3	As responsabilidades pela Gestão da Qualidade estão claramente definidas?	x		x		x		x	
8.4	Existe planejamento e cronograma de treinamento de pessoal?	x		x		x		x	
8.5	Os funcionários são treinados e orientados de modo a garantir a correta e completa execução dos processos de acordo com os procedimentos estabelecidos?	x			x	x		x	
8.6	As ações de treinamento são avaliadas para medir os resultados?	x			x	x		x	
8.7	A introdução de mudanças ou melhorias nos processos deve ser acompanhada pela Gestão da Qualidade?	x		x		x		x	
8.8	São realizadas auditorias internas com a finalidade de verificar o cumprimento dos procedimentos estabelecidos?	x		x		x		x	
8.9	Existe um sistema formal para a investigação de desvios de qualidade, ações corretivas e ações preventivas?	x		x		x		x	
8.10	Existe metodologia para validação dos processos?	x		x		x		x	
8.11	São realizadas revalidações quando há mudanças que possam afetar a qualidade de um processo?	x		x		x		x	
8.12	A empresa possui metodologia estabelecida para o desenvolvimento de novos produtos?	x		x		x		x	
8.13	São mantidos registros sobre o desenvolvimento de novos produtos?	x		x		x		x	
8.14	O setor de Gestão da Qualidade é responsável pela aprovação, distribuição e guarda dos procedimentos estabelecidos?	x		x		x		x	
8.15	O setor de Gestão da Qualidade é responsável pela avaliação e guarda dos registros sobre os produtos acabados?	x		x		x		x	
8.16	Os registros permitem a rastreabilidade dos materiais, equipamentos utilizados e dos controles de qualidade realizados?	x		x		x		x	
8.17	O tempo para arquivamento dos registros é estabelecido?	x		x		x		x	

APÊNDICE C - Principais requisitos da norma técnica brasileira NBR 15463:2007 - Placas cerâmicas para revestimento - Porcelanato

A norma técnica brasileira NBR 15463:2007 foi elaborada para diferenciar a placa cerâmica do tipo porcelanato, visto que a norma técnica NBR 13818:1997 não faz esta distinção. As principais novidades contidas nesta norma se caracterizam pela definição e diferenciação do porcelanato técnico e do porcelanato esmaltado, classificação quanto ao acabamento superficial e lateral, e por requisitos técnicos mais rigorosos.

De acordo com a norma técnica NBR 15463:2007, os porcelanatos são assim definidos:

- **porcelanato técnico:** placa cerâmica não esmaltada para revestimento que apresenta absorção de água menor ou igual a 0,1%.

- **porcelanato técnico polido:** porcelanato técnico que recebe polimento mecânico, o qual resulta em uma superfície com intensidade variável de brilho, em toda a superfície ou parte dela, de acordo com o efeito estético desejado.

- **porcelanato técnico natural:** porcelanato técnico que não recebe polimento.

- **porcelanato esmaltado:** placa cerâmica esmaltada para revestimento que apresenta absorção de água menor ou igual a 0,5%. Pode ou não receber polimento superficial.

- **porcelanato retificado:** porcelanato que pode ser técnico ou esmaltado, que recebe um desbaste lateral.

- **porcelanato não retificado:** porcelanato que pode ser técnico ou esmaltado, que não recebe um desbaste lateral.

As principais diferenças entre os limites especificados na norma técnica NBR 13818:1997 e a norma de porcelanato NBR 15463:2007 são apresentadas nas TABELAS de 5.7 a 5.12.

As propriedades físicas do porcelanato técnico e esmaltado especificadas na norma técnica NBR 13818:1997 estão descritas na TABELA 5.7.

TABELA 5.7 - Propriedades físicas do porcelanato na norma NBR 13818:1997

Propriedades físicas		Unidades	Limites
Absorção de água	Média	%	≤ 0,5
	Individual (máx)	%	0,6
Módulo de resistência à flexão	Média	MPa	≥ 35
	Individual (mín.)	MPa	32
Carga de ruptura	e < 7,5 mm	N	≥ 700
	e ≥ 7,5 mm	N	≥ 1300
Resistência à abrasão profunda (não esmaltados)		mm ³	≤ 175
Resistência à abrasão superficial (pisos esmaltados)			A declarar

Fonte: (ABNT, 1997-NBR 13818)

As propriedades físicas do porcelanato técnico e esmaltado especificadas na nova norma técnica NBR 15463:2007 estão descritas na TABELA 5.8. Verifica-se que esta norma possui limite bem menor para a absorção de água do porcelanato técnico, limites elevados para os valores de carga de ruptura e módulo de resistência à flexão, e para a resistência a abrasão profunda maior.

TABELA 5.8 - Propriedades físicas do porcelanato na nova norma NBR 15463:2007

Propriedades físicas	Unidades	Área do produto ≤ 50 cm²		Área do produto > 50 cm²		
		Técnico	Esmaltado	Técnico	Esmaltado	
Absorção de água	Média	%	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 0,1	≤ 0,5
	Individual (máx)	%	0,2	0,6	0,2	0,6
Módulo de resistência à flexão	Média	MPa	≥ 45		≥ 45	≥ 37
	Individual (mín.)	MPa	42		42	35
Carga de ruptura	e <7,5 mm	N	≥ 1 000		≥ 900	≥ 900
	e ≥7,5 mm	N	Não se aplica		≥ 1 800	≥ 1 500
Resistência à abrasão profunda (não esmaltados)		mm³	≤ 140	Não se aplica	≤ 140	Não se aplica
Resistência à abrasão superficial			Não se aplica	Por acordo	Não se aplica	Por acordo

Fonte: (ABNT, 2007-NBR 15463)

As propriedades geométricas e visuais do porcelanato técnico e esmaltado especificadas na norma técnica NBR 13818:1997 estão descritas na TABELA 5.9.

TABELA 5.9 – Propriedades geométricas e visuais do porcelanato na norma NBR 13818:1997

Propriedades geométricas e visuais	Unidade	Área do produto em cm²			
		Área ≤ 90	90 < Área ≤ 190	190 < Área ≤ 410	Área > 410
Desvio de r em relação a W	%	±1,2	± 1,0	± 0,75	± 0,6
Desvio de r em relação a R	%	± 0,75	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Espessura: Desvio de e em relação a e_w	%	± 10,0	± 10,0	± 5,0	± 5,0
Retitude dos lados	%	± 0,75	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Ortogonalidade	%	± 1,0	± 0,6	± 0,6	± 0,6
Curvatura central	%	± 1,0	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Curvatura lateral	%	± 1,0	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Empeno	%	± 1,0	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Aspecto superficial	%	≥ 95			
Legenda (r =dimensão real individual dos lados, W = dimensão de fabricação declarada dos lados, R = dimensão real média dos lados, e = medida individual da espessura, e_w = espessura declarada)					
Fonte: (ABNT, 1997-NBR 13818)					

As propriedades geométricas e visuais do porcelanato técnico e esmaltado especificadas na nova norma técnica NBR 15463:2007 estão descritas na TABELA 5.10. Verifica-se que esta norma possui limites mais restritos das características dimensionais como, dimensões dos lados, espessura, curvatura lateral, curvatura central, empeno, retitude dos lados e ortogonalidade.

TABELA 5.10 – Propriedades geométricas e visuais do porcelanato na nova norma NBR 15463:2007

Propriedades geométricas e visuais		Área do produto em cm²									
		Área ≤ 50 cm²		50 cm² < Área ≤ 2500 cm²				Área > 2500 cm²			
		Unidade		T		E		T		E	
				R	NR	R	NR	R	NR	R	NR
Desvio de <i>r</i> em relação a <i>W</i>	%	Não se aplica	± 0,6	± 0,6	± 0,6	± 0,6	± 0,6	± 0,6	± 0,6	± 0,6	
Desvio de <i>r</i> em relação a <i>R</i>	%	± 0,75	± 0,1	± 0,2	± 0,1	± 0,2	± 0,1	± 0,2	± 0,1	± 0,2	
Espessura:											
Desvio de <i>e</i> em relação a <i>e_w</i>	%	Não se aplica	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	
Retitude dos lados	%	Não se aplica	± 0,1	± 0,2	± 0,1	± 0,2	± 0,1	± 0,2	± 0,1	± 0,2	
Ortogonalidade	%	± 1,0	± 0,2	± 0,4	± 0,2	± 0,4	± 0,2	± 0,4	± 0,2	± 0,4	
Curvatura central	%	Não se aplica	- 0,15 / + 0,2	- 0,2 / + 0,3	- 0,2 / + 0,3	- 0,2 / + 0,3	- 0,08 / + 0,1	- 0,08 / + 0,1	± 0,12	± 0,12	
Curvatura lateral	%	Não se aplica	- 0,15 / + 0,2	- 0,2 / + 0,3	- 0,2 / + 0,3	- 0,2 / + 0,3	- 0,08 / + 0,1	- 0,08 / + 0,1	± 0,12	± 0,12	
Empeno	%	Não se aplica	± 0,2	- 0,2 / + 0,3	- 0,2 / + 0,3	- 0,2 / + 0,3	- 0,08 / + 0,1	- 0,08 / + 0,1	± 0,12	± 0,12	
Aspecto superficial	%	≥ 95									
Legenda (T = técnico, E = esmaltado, R = retificado, NR = não retificado, P = polido, N = natura, <i>r</i> =dimensão real individual dos lados, <i>W</i> = dimensão de fabricação declarada dos lados, <i>R</i> = dimensão real média dos lados, <i>e</i> = medida individual da espessura, <i>e_w</i> = espessura declarada)											

Legenda (T = técnico, E = esmaltado, R = retificado, NR = não retificado, P = polido, N = natura, *r* = dimensão real individual dos lados, *W* = dimensão de fabricação declarada dos lados, *R* = dimensão real média dos lados, *e* = medida individual da espessura, *e_w* = espessura declarada)

Fonte: (ABNT, 2007-NBR 15463)

As propriedades químicas do porcelanato técnico e esmaltado especificadas na norma técnica NBR 13818:1997 estão descritas na TABELA 5.11.

TABELA 5.11 Propriedades químicas do porcelanato na norma NBR 13818:1997

Propriedades químicas	Esmaltado	Não esmaltado
Resistência ao manchamento	≥ classe 3	A declarar
Resistência aos agentes químicos	Esmaltado	Não esmaltado
Usos domésticos e para tratamento em piscinas	≥ classe GB	≥ classe UB
Ácidos e álcalis de baixa concentração	A declarar	A declarar
Ácidos e álcalis de alta concentração	A declarar	A declarar

Fonte: (ABNT, 1997-NBR 13818)

As propriedades químicas do porcelanato técnico e esmaltado especificadas na nova norma técnica NBR 15463:2007 estão descritas na TABELA 5.12. Verifica-se que esta norma possui limite especificado para a resistência ao manchamento, que deve ser maior ou igual à classe 3, tanto para produtos técnicos como esmaltado.

TABELA 5.12 Propriedades químicas do porcelanato na nova norma NBR 15463:2007

Propriedades químicas	Técnico ou esmaltado
Resistência ao manchamento	≥ classe 3
Resistência aos agentes químicos	Técnico ou esmaltado
Usos domésticos e para tratamento em piscinas	A declarar
Ácidos e álcalis de baixa concentração	A declarar
Ácidos e álcalis de alta concentração	Por acordo
NOTA 1. Os valores em função de aplicações específicas podem ser verificados pelos métodos de ensaios disponíveis e os limites acordados entre as partes.	
Fonte: (ABNT, 2007-NBR 15463)	

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Ensino
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 – Cidade Universitária CEP: 05508-000
Fone/Fax(0XX11) 3133-8908
SÃO PAULO – São Paulo – Brasil
<http://www.ipen.br>

**O IPEN é uma Autarquia vinculada à Secretaria de Desenvolvimento, associada
à Universidade de São Paulo e gerida técnica e administrativamente pela
Comissão Nacional de Energia Nuclear, órgão do
Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações.**