



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CAMPUS UNIVERSITÁRIO – TRINDADE – CAIXA POSTAL 476

CEP. 88040-900 – FLORIANÓPOLIS – SANTA CATARINA

CENTRO TECNOLÓGICO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**GESTÃO DA QUALIDADE NO PROCESSO DE EXECUÇÃO
DO SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO**

Florianópolis



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CAMPUS UNIVERSITÁRIO – TRINDADE – CAIXA POSTAL 476

CEP. 88040-900 – FLORIANÓPOLIS – SANTA CATARINA

CENTRO TECNOLÓGICO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

GESTÃO DA QUALIDADE NO PROCESSO DE EXECUÇÃO
DO SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO

Jorge de Jesus Chrun

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito parcial para obtenção
do título de Mestre em
Engenharia de Produção.

Florianópolis

2002

Jorge de Jesus Chrun

**GESTÃO DA QUALIDADE NO PROCESSO DE EXECUÇÃO
DO SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 18 de Dezembro de 2002.

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.
Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.
Orientador

Prof. Carlos Ricardo Rosseto, Dr.

Prof. Sérgio Fernando Mayerle, Dr.

Agradecimentos

À Universidade Federal de Santa Catarina;

À Unioeste, ao seu Departamento de Administração e à sua equipe
de pós-graduação;

Ao Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr,
pela sua orientação, que tornou possível este trabalho;

À ABCCO-Rejuntabrás,
à Cerâmica Gytoku
e à Denver Global,
empresas que doaram os materiais da aplicação prática;

À Jota Ele Construções Civis,
que cedeu os espaços e a equipe de mão-de-obra que executou
a parte prática;

Em especial à minha família,
pelo apoio e compreensão durante as ausências;

A todos que, direta ou indiretamente,
contribuíram para a realização deste trabalho.

*“Só fazemos melhor aquilo que repetidamente insistimos
em melhorar. A busca da excelência não deve
ser um objetivo, e sim, um hábito”*

(Aristóteles)

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE FICHAS	XIII
LISTA DE QUADROS	XIV
RESUMO	XV
ABSTRACT	XVI
CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO	17
1.1 A Importância do Revestimento Cerâmico.....	17
1.2 Exposição do Problema de Pesquisa e sua Importância.....	19
1.2.1 Pergunta de Pesquisa	20
1.3 Objetivos	21
1.3.1 Objetivo Geral.....	21
1.3.2 Objetivos Específicos	21
1.4 Metodologia	22
1.5 Melhorias Esperadas.....	22
1.6 Estrutura do Trabalho	23
CAPÍTULO 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
2.1 Qualidade	25
2.2 Gestão da Qualidade.....	26
2.2.1 Gestão da Qualidade Total	26
2.2.2 Gestão da Qualidade no Processo.....	27
2.3 Gestão da Qualidade na Produção de Serviços	28
2.4 Controle da Qualidade e Garantia da Qualidade	30
2.4.1 Controle da Qualidade	30
2.4.2 Garantia da Qualidade	30
2.5 Ferramentas da Qualidade.....	31
2.5.1 Lista de Verificação	31

2.5.2 Diagrama de Causa e Efeito	31
2.6 Indicadores.....	32
2.6.1 Implantação de Indicadores de Desempenho na Construção Civil	34
2.6.1.1 Estabelecimento do tipo de Avaliação Pretendida	34
2.6.1.2 Identificação dos Aspectos que Propiciam a Avaliação Pretendida.....	34
2.6.1.3 Definição dos Indicadores	34
2.6.1.4 Outros Aspectos Relevantes	35
2.7 O Sistema de Gestão da Qualidade Adotado.....	35
2.7.1 Ficha de Verificação da Conformidade dos Serviços (FVCS)	36
2.8 Aspectos Técnicos e Práticos da Execução dos Elementos do Sistema de Revestimento Cerâmico	38
2.8.1 O Substrato	38
2.8.1.1 A Camada onde a Cerâmica é Assentada.....	39
2.8.2 A Placa Cerâmica	41
2.8.2.1 Definições	41
2.8.2.2 A Polivalência da Placa Cerâmica	41
2.8.2.3 Produção da Placa Cerâmica	42
2.8.2.4 Propriedades das Placas Cerâmicas.....	44
2.8.2.5 A Qualidade das Placas Cerâmicas	48
2.8.2.6 Especificação das Placas Cerâmicas	49
2.8.3 As Argamassas Colantes	51
2.8.3.1 Definição de Argamassa Colante	51
2.8.3.2 Os Métodos de Assentamento das Placas Cerâmicas	53
2.8.4 Os Diferentes Tipos de Juntas do Sistema de Revestimento Cerâmico.....	55
2.8.4.1 Definição de Junta	55
2.8.4.2 As Tensões do Sistema de Revestimento Cerâmico ...	56
2.8.4.3 Junta Estrutural ou de Separação	59
2.8.4.4 Junta de Assentamento	59
2.8.4.5 Juntas de Movimentação ou de Dilatação	60

2.8.4.6 Juntas de Dessolidarização ou de União	62
2.8.5 A Argamassa de Rejuntamento	63
2.8.5.1 Tipos de Argamassas de Rejuntamento	64
2.8.5.2 Argamassas de Rejuntamento para as Juntas de Movimentação, Estruturais ou de Dessolidarização.....	65
2.8.5.3 A Importância de Argamassas de Rejuntamento de Boa Qualidade.....	65
2.8.6 Eflorescência.....	65
2.8.6.1 Como evitar a Eflorescência.....	66
2.9 A Qualidade e a Durabilidade do Sistema de Revestimento Cerâmico	68
2.9.1 Condições para Garantir a Qualidade e a Durabilidade do Sistema de Revestimento Cerâmico	68
CAPÍTULO 3 OS FUNDAMENTOS DO MODELO PROPOSTO	70
3.1 O Modelo de Gerenciamento Proposto	70
3.2 Primeira etapa: O Projeto do Sistema de Revestimento Cerâmico..	72
3.2.1 Desenvolvimento do Projeto.....	72
3.2.1.1 Análise Preliminar.....	72
3.2.1.2 Elaboração do Projeto e Especificações	73
3.2.1.3 Redefinição do Projeto.....	75
3.2.1.4 Avaliação da Primeira Etapa e a Ferramenta da Qualidade Utilizada.....	75
3.3 Segunda Etapa: Avaliação dos Materiais e Ferramentas.....	75
3.3.1 Fundamentos Técnicos da Segunda Etapa.....	76
3.3.2 Avaliação da Segunda Etapa e as Ferramentas da Qualidade Utilizadas	76
3.4 Terceira Etapa: Avaliação dos Serviços Preliminares	76
3.4.1 Fundamentos Técnicos da Terceira Etapa de Acordo com Normas Brasileiras.....	77
3.4.2 Avaliação da Terceira Etapa e a Ferramenta da Qualidade	

Utilizada	78
3.5 Quarta Etapa: Controle da Preparação da Pasta de Argamassa	
Colante	78
3.5.1 Fundamentos Técnicos da Quarta Etapa, de Acordo com Normas Brasileiras	79
3.5.2 Avaliação da Quarta Etapa e a Ferramenta da Qualidade Utilizada	79
3.6 Quinta Etapa: Controle da Colagem das Placas Cerâmicas.....	80
3.6.1 Fundamentos Técnicos da Quinta Etapa, de Acordo com Normas Brasileiras	80
3.6.2 Avaliação da Quinta Etapa e as Ferramentas da Qualidade Utilizadas	83
3.7 Sexta Etapa: Controle da Preparação e da Aplicação das Argamassas de Rejuntamento	84
3.7.1 Fundamentos Técnicos da Sexta Etapa de Acordo com Normas Brasileiras	84
3.7.2 Avaliação da Sexta Etapa e a Ferramenta da Qualidade Utilizada	87
3.8 Sétima Etapa: Proteção.....	88
3.8.1 Fundamentos Técnicos da Sétima Etapa de Acordo com Normas Brasileiras	88
3.8.2 Avaliação da Sétima Etapa e a Ferramenta da Qualidade Utilizada	88
3.9 Oitava Etapa: Avaliação dos Serviços Finais	89
3.9.1 Fundamentos Técnicos da Oitava Etapa de Acordo com Normas Brasileiras	89
3.9.1.1 Cota	89
3.9.1.2 Nível.....	89
3.9.1.3 Caimento.....	90
3.9.1.4 Planeza.....	90
3.9.1.5 Alinhamento das Juntas de Assentamento.....	90

3.9.1.6 Geometria das Juntas de Movimentação e de Dessolidarização.....	90
3.9.1.7 Avaliação da Oitava Etapa e a Ferramenta da Qualidade Utilizada.....	91
3.10 Nona Etapa: Avaliação e Controle do Processo e Redefinição do Projeto e do Modelo	91
3.10.1 Fundamentos Técnicos da Nona Etapa	91
3.10.2 Avaliação da Nona Etapa e a Ferramenta da Qualidade Utilizada	92
3.11 Avaliação do Modelo de Gerenciamento Proposto	92
CAPÍTULO 4 APLICAÇÃO PRÁTICA DO MODELO.....	94
4.1 O Local da Aplicação Prática	94
4.1.1 A Construtora JL.....	94
4.1.2 O Edifício Le Monde.....	94
4.1.3 Os Ambientes Onde o Modelo Foi Aplicado.....	96
4.1.4 Os Materiais Utilizados na Aplicação Prática.....	96
4.2 A Aplicação Prática	97
4.2.1 Aplicação da Primeira Etapa: Elaboração do Projeto do Sistema.....	97
4.2.1.1 O Projeto da Sala de Jogos	98
4.2.1.2 Projeto da Lavanderia.....	100
4.2.1.3 Projeto do Banheiro Coletivo	104
4.2.2 Aplicação da Segunda Etapa: Avaliação dos Materiais e Ferramentas.....	108
4.2.2.1 Diagrama de Causa e Efeito para a Segunda Etapa.	109
4.2.3 A Terceira Etapa: Serviços Preliminares.....	109
4.2.4 Aplicação da Quarta Etapa: Controle da Preparação da pasta de Argamassa Colante.....	110
4.2.5 Aplicação da Quinta Etapa: Controle da Colagem das Placas Cerâmicas.....	111
4.2.5.1 Diagrama de Causa e Efeito para a Quinta Etapa.....	113

4.2.6	Aplicação da Sexta Etapa: Controle da Preparação e da Aplicação das Argamassas de Rejuntamento.....	114
4.2.7	Aplicação da Sétima Etapa: Proteção	116
4.2.8	Aplicação da Oitava Etapa: Avaliação dos Serviços Finais	116
4.2.9	Aplicação da Nona Etapa: Avaliação e Controle do Processo e Redefinição do Projeto e do Modelo.....	117
4.3	Controle do Processo	118
4.4	Avaliação do Modelo de Gerenciamento Proposto	128
4.4.1	A Eficiência do Modelo	129
4.4.2	A Mão-de-Obra	129
4.4.3	A Produtividade com a Aplicação do Modelo Proposto.....	130
4.4.4	Os Diferenciais de Custos com a Aplicação do Modelo Proposto.....	130
4.4.5	Os Trabalhos Prontos.....	132
CAPÍTULO 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....		134
5.1	Conclusões	134
5.2	Recomendações Para Trabalhos Futuros	136
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		137

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO.....	32
FIGURA 2 – O CICLO PDCA APLICADO À EXECUÇÃO DO SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO.....	36
FIGURA 3 – EXEMPLO DE FVCS.....	37
FIGURA 4 – EXEMPLO DA ESTRUTURA DE UM PISO	39
FIGURA 5 – EXEMPLO DE ESTRUTURA DE PAREDE COM CERÂMICA.....	40
FIGURA 6 – ASPECTOS ASSUMIDOS PELO GRETAMENTO DO ESMALTE CERÂMICO.....	45
. FIGURA 7 – ASPECTO DO GRETAMENTO EM PLACAS DECORADAS.....	45
FIGURA 9 – REVESTIMENTO SUJEITO À TENSÕES DE COMPRESSÃO	57
FIGURA 10 – JUNTA ESTRUTURAL OU DE SEPARAÇÃO	59
FIGURA 11 – JUNTA DE MOVIMENTAÇÃO	62
FIGURA 12 – JUNTA DE DESSOLIDARIZAÇÃO OU DE UNIÃO.....	63
FIGURA 13 – ESQUEMA PARA EVITAR A UMIDADE ASCENDENTE DO SOLO..	67
FIGURA 15 – O EDIFÍCIO LE MONDE, EM FASE DE ACABAMENTOS.....	95
FIGURA 16 – MATERIAIS UTILIZADOS.....	97
FIGURA 17 – DIMENSÕES DA SALA DE JOGOS	99
FIGURA 18 – PAGINAÇÃO DA SALA DE JOGOS.....	100
FIGURA 19 – DIMENSÕES DA LAVANDERIA	101
FIGURA 20 – PAGINAÇÃO DO PISO DA LAVANDERIA.....	101
FIGURA 21 – PAGINAÇÃO DA VISTA A DA LAVANDERIA.....	102
FIGURA 22 – PAGINAÇÃO DA VISTA B DA LAVANDERIA.....	102
FIGURA 23 – PAGINAÇÃO DA VISTA C DA LAVANDERIA.....	103
FIGURA 24 – PAGINAÇÃO DA VISTA D DA LAVANDERIA.....	103
FIGURA 25 – AS DIMENSÕES DO BANHEIRO COLETIVO	105
FIGURA 26 – PAGINAÇÃO DO PISO DO BANHEIRO COLETIVO	105
FIGURA 27 – PAGINAÇÃO DA VISTA A DO BANHEIRO COLETIVO	106
FIGURA 28 – PAGINAÇÃO DA VISTA B DO BANHEIRO COLETIVO	106
FIGURA 29 – PAGINAÇÃO DA VISTA C DO BANHEIRO COLETIVO	107
FIGURA 30 – PAGINAÇÃO DA VISTA D DO BANHEIRO COLETIVO	107

FIGURA 31 – DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO PARA A SEGUNDA ETAPA.....	109
FIGURA 32 – PREPARAÇÃO MECÂNICA DA PASTA DE ARGAMASSA COLANTE	111
FIGURA 33 – TESTE DA IMPREGNAÇÃO TOTAL DO TARDOS DAS PLACAS CERÂMICAS	113
FIGURA 34 – DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO PARA A QUINTA ETAPA.....	114
FIGURA 35 – EXECUÇÃO DA JUNTA DE DESSOLIDARIZAÇÃO.....	115
FIGURA 36 – EXECUÇÃO DA JUNTA DE MOVIMENTAÇÃO.....	116
FIGURA 37 – A LAVANDERIA PRONTA	132
FIGURA 38 – O BANHEIRO COLETIVO PRONTO	132
FIGURA 39 – A SALA DE JOGOS PRONTA	133

LISTA DE FICHAS

FVCS Nº 1 – LISTA DE VERIFICAÇÃO DA PRIMEIRA ETAPA.....	119
FVCS Nº 2 – LISTA DE VERIFICAÇÃO DA SEGUNDA ETAPA.....	120
FVCS Nº 3 – LISTA DE VERIFICAÇÃO DA TERCEIRA ETAPA.....	121
FVCS Nº 4 – LISTA DE VERIFICAÇÃO DA QUARTA ETAPA.....	122
FVCS Nº 5 – LISTA DE VERIFICAÇÃO DA QUINTA ETAPA.....	123
FVCS Nº 6 – LISTA DE VERIFICAÇÃO DA SEXTA ETAPA.....	124
FVCS Nº 7 – LISTA DE VERIFICAÇÃO DA SÉTIMA ETAPA.....	125
FVCS Nº 8 – LISTA DE VERIFICAÇÃO DA OITAVA ETAPA.....	126
FVCS Nº 9 – LISTA DE VERIFICAÇÃO DA NONA ETAPA.....	127

LISTA DE QUADROS

QUADRO Nº1 - INDÚSTRIA CERÂMICA BRASILEIRA – PRINCIPAIS PÓLOS PRODUTORES.....	18
QUADRO Nº 2 – O PEI COMO ORIENTAÇÃO DE USO	45
QUADRO Nº 3 – AS CLASSES DE RESISTÊNCIA ÀS MANCHAS.....	46
QUADRO Nº 4 – CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO ABSORÇÃO, RESISTÊNCIA À FLEXÃO E CARGA DE RUPTURA.....	47
QUADRO Nº 5 – ESPECIFICAÇÃO DE PLACAS CERÂMICAS A PARTIR DE CERTAS PROPRIEDADES	50
QUADRO Nº 6 – TIPOS E CARACTERÍSTICAS DAS ARGAMASSAS COLANTES	53
QUADRO Nº7 – AS ETAPAS DO PROCESSO DE EXECUÇÃO DO SISTEMA DE REVESTIMENTO	71
QUADRO Nº 8 – CONSUMO DE ARGAMASSAS COLANTES E PROCEDIMENTOS	81

RESUMO

CHRUN, Jorge de Jesus. **Gestão da Qualidade no Processo de Execução do Sistema de Revestimento Cerâmico**. Florianópolis, 2002. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2002.

Este trabalho propôs um modelo de gerenciamento das tarefas de assentamento e rejuntamento de placas cerâmicas para revestimento de pisos e paredes, visando eliminar defeitos e falhas construtivas, de forma a garantir a beleza, a harmonia, a estabilidade e a durabilidade do sistema de revestimento cerâmico.

Os conceitos de qualidade, gestão da qualidade e gestão da qualidade na produção de serviços, aliados a indicadores de qualidade, foram aplicados ao modelo de gerenciamento. Este modelo consiste na divisão de todas as tarefas em nove etapas, cada uma delas divididas em fases. Cada etapa está associada a indicadores que garantem a qualidade dos trabalhos, condição indispensável para se passar para a etapa seguinte. Os procedimentos de cada etapa estão baseados em fortes aspectos técnicos, recomendados pelas normas brasileiras vigentes, por fabricantes de materiais de construção do setor e a experiência prática acumulada em vários anos de trabalho do autor, prevenindo e corrigindo defeitos e falhas construtivas na execução de revestimentos com placas cerâmicas.

O modelo permitiu o controle, passo a passo, da mão-de-obra de aplicação, evitando as principais falhas construtivas que, em grande parte dos casos, são os fatores responsáveis pela pouca durabilidade do sistema e de seus problemas. Associado ao uso de materiais de boa qualidade, o resultado final foi satisfatório do ponto de vista estético e de beleza. Faz-se necessário, ainda, analisar sua estabilidade e durabilidade durante pelo menos cinco anos, que é o prazo legal da responsabilidade técnica dos construtores.

Palavras chaves: qualidade, modelo de gerenciamento, acabamentos de qualidade, indicadores.

ABSTRACT

CHRUN, Jorge de Jesus. **Quality Control in the Process of Execution of the Ceramic Covering System.** Florianópolis, 2002. 139 f. Dissertation (Magister's Degree in Engineering of Production) – Post Graduation Program in Engineering of Production. UFSC, 2002.

This dissertation proposed a management model of the tasks of laying and grout of the ceramic tiles for floor and wall covering, to eliminate defects and constructive fails, guaranteeing the beauty, harmony, stability and durability of the ceramic covering system.

The concepts of quality, quality control and quality control in production of services, allied with quality indicators, were applied to the management model. This model consists in the division of all the tasks in nine stages, each one divided in phases. Each stage is associated with indicators that guarantee the quality of the work, that is an essential condition to pass to the next stages. The procedures of each stage are based in strong technical aspects, recommended by the actual Brazilian norms, by manufacturers of construction materials and the practical experience accumulated in several years of the author's work, preventing and correcting defects and constructive fails in the execution of ceramic paving.

The model permitted the control, step by step, of the workforce of application, avoiding the main constructive fails that, in most cases, are the responsible factor for the little durability of the system and its problems. Associated to the use of good quality materials, the final result was satisfactory in aesthetic and beauty. Besides, it's necessary to analyze its stability and durability during at least five years, that is the legal stated period of the builders' technical responsibility.

Key words: quality, management model, quality finishes, indicators.

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

1.1 A Importância do Revestimento Cerâmico

O revestimento cerâmico constitui-se em um dos mais importantes elementos de proteção de contrapisos e emboços de paredes internas e externas, chamados genericamente de substratos.

Além de proteger o substrato das intempéries, o revestimento cerâmico agrega grandes vantagens, tais como: durabilidade, facilidade de limpeza, é antialérgico, é antiinflamável, é adequado ao clima e possui um grande número de opções decorativas.

Essas vantagens explicam o grande crescimento na utilização do revestimento cerâmico, usado cada vez mais em todos os ambientes residenciais e comerciais das construções modernas e fachadas de edifícios, além de alguns ambientes industriais.

Segundo dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Placas Cerâmicas para Revestimentos (Anfacer) (2002), o ano de 2001 encerrou com uma produção total de placas cerâmicas para pisos e paredes de 473,4 milhões de metros quadrados, 4,5 % a mais que em 2000. Conforme a Anfacer (2002), a indústria cerâmica brasileira está preocupada com a qualidade de seus produtos e, em 2001, mais de 50 % do total da produção possuía a certificação de que atende às exigências das normas internacionais ISO 13006 e ISO DIS 10545, equivalentes à NBR 13818 (1997). Segundo o Centro Cerâmico do Brasil (CCB), o Brasil é líder mundial em certificação de placas cerâmicas para revestimentos desde 2001, requisito importante para a aceitação dos produtos cerâmicos nacionais no mercado externo.

Segundo o Panorama Setorial V. I, publicação da Gazeta Mercantil SA (2000), o Brasil é o quarto produtor mundial de revestimentos cerâmicos, ficando atrás apenas da Itália, Espanha e China, com participação da indústria cerâmica da ordem de 1% do Produto Interno Bruto (PIB), cuja produção anual atinge o valor de US\$ 6,3 bilhões. É, também, o terceiro maior exportador mundial de revestimentos cerâmicos. Segundo a Anfacer (2002), as exportações brasileiras de revestimentos

cerâmicos deverão crescer em 2002 de 12% a 15%, com relação a 2001, ultrapassando a marca de 50 milhões de metros quadrados.

As regiões Sul e Sudeste concentram 92% da produção nacional de revestimentos cerâmicos, especialmente em São Paulo, onde estão grandes indústrias, como Gytoku, Chiarelli, Gerbi e outras no interior do estado, com cerca de 50% da produção nacional nos municípios de Cordeirópolis, Santa Gertrudes, Limeira, Rio Claro e Araras, entre outros. No pólo catarinense estão algumas das maiores indústrias cerâmicas do país, como Cecrisa, Eliane, Portobelo e Itagrês, com destaque para os municípios de Criciúma, Tubarão, Urussanga e Tijucas. O restante da produção nacional encontra-se pulverizada pelo país.

O quadro nº 1 mostra a distribuição da produção de cerâmica pelo Brasil.

Quadro nº1 - Indústria cerâmica brasileira – principais pólos produtores

Estados	Pólos Produtores
Santa Catarina	Criciúma, Tijucas, Urussanga, Tubarão
São Paulo	Sta Gertrudes, Jundiaí, Porto Ferreira, Rio Claro, Mogi-Guaçu, Mogi-Mirim, Suzano, São Paulo
Paraná	Campo Largo, Curitiba
Rio Grande do Sul	Guaíba, São Leopoldo, Porto Alegre
Minas Gerais	Poços de Caldas, Belo Horizonte, Vale do Jequitinhonha, Monte Sião
Bahia	Brumado, Salvador, Alagoinhas, Camaçari, Dias D'Ávila
Rio de Janeiro	Itaipava, Nova Iguaçu, Campos
Pernambuco	Recife
Goiás	Anápolis
Pará	Belém, Ananindeua
Espírito Santo	Serra
R. G. do Norte	Natal
Maranhão	Rosário, Timon
Rondônia	Porto Velho
Alagoas	Penedo
Piauí	Teresina

Fonte: Comércio Exterior Informe BB, nº 26, e Panorama Setorial (2000)

1.2 Exposição do Problema de Pesquisa e sua Importância

Segundo a Anfacer (2002), o total de placas cerâmicas para pisos e azulejos vendidos no mercado interno no Brasil em 2001 foi de 416,3 milhões de metros quadrados, 5,8 % a mais que em 2000 e a perspectiva de crescimento em 2002 é de cerca de 5 % em relação a 2001.

Com o aumento da demanda, há o correspondente crescimento do número de profissionais envolvidos com a utilização dos revestimentos cerâmicos. Aparece, assim, a necessidade da divulgação de técnicas construtivas e de gerenciamento eficientes para o assentamento e rejuntamento de placas cerâmicas de pisos e paredes, com a finalidade reduzir e/ou evitar defeitos e falhas construtivas.

Para se obter o melhor resultado possível com o revestimento cerâmico, além da mão-de-obra utilizada, cada vez mais carente de especialização, a placa cerâmica deve ser ideal para cada ambiente e há a necessidade de um estudo detalhado de como o substrato deve ser executado. A escolha das argamassas colante e de rejuntamento deve ser apropriada para cada caso e deve haver um dimensionamento criterioso das juntas, cuja finalidade é absorver as tensões existentes no conjunto.

Esse conjunto é formado por cinco elementos, que são: o substrato, a placa cerâmica, a argamassa colante, a argamassa de rejuntamento e os diferentes tipos de juntas que, embora tenham composições diferentes e estejam sujeitos a tensões diferentes, constituem uma estrutura organizada em equilíbrio de todas as tensões atuantes, chamada de sistema de revestimento cerâmico.

Existem normas brasileiras que estabelecem condições mínimas de qualidade tanto para produção quanto para utilização dos elementos do sistema de revestimento cerâmico. Porém, na prática, em grande parte dos casos, essas normas não são consideradas e, muitas vezes, são até totalmente desconhecidas pelos profissionais responsáveis pela execução dos revestimentos cerâmicos. O resultado é um sem número de revestimentos com os mais diversos defeitos em residências e áreas comerciais. Nota-se que são raras as residências e áreas comerciais que não possuem ambientes revestidos com placas cerâmicas.

Com o advento do Código de Defesa do Consumidor, segundo o qual é

obrigatório o cumprimento das normas brasileiras, o Procon e as exigências crescentes dos consumidores quanto à qualidade dos serviços nas construções, torna-se cada vez mais importante o aprimoramento da mão-de-obra, de métodos de gerenciamento e controle da qualidade nos acabamentos e, particularmente, nas áreas revestidas com placas cerâmicas. Os profissionais que não acordarem para esse fato certamente terão prejuízos financeiros no futuro.

Outra importante justificativa para este trabalho é o fato de que pouco existe em termos de bibliografia e publicações sobre métodos de gerenciamento e controle da qualidade nas tarefas de assentamento e rejuntamento de placas cerâmicas, tornando difícil para profissionais envolvidos com o setor encontrarem referências onde possam dirimir suas dúvidas.

Some-se a tudo isso o interesse pessoal do autor deste trabalho no aprimoramento dos seus conhecimentos na área, aliados a uma grande experiência prática, adquirida durante cerca de 12 anos vivenciando os problemas dos revestimentos cerâmicos e buscando soluções que, inúmeras vezes, tem dado excelentes resultados, embora sem estarem ainda cientificamente comprovadas.

1.2.1 Pergunta de Pesquisa

O número de áreas revestidas com placas cerâmicas com os mais variados problemas no Brasil é grande. Basta andar, por exemplo, pelas ruas das cidades brasileiras e observar os edifícios cujas fachadas são revestidas com cerâmica, observar os terraços descobertos de edifícios cujo acabamento do piso é executado com placas cerâmicas, ou ainda, observar detalhadamente os ambientes internos das modernas edificações que possuem áreas revestidas com placas cerâmicas.

Notam-se, em boa parte dessas edificações, problemas como: destacamento das placas cerâmicas (talvez o mais grave); eflorescências; rejuntamentos com esfarelamento, furos e trincas; encardimento das placas cerâmicas, principalmente para pisos; especificações incorretas dos materiais que compõem o sistema de revestimento cerâmico; juntas de assentamento inadequadas; ausência de juntas de movimentação e de dessolidarização; defeitos na colagem e vários outros. A maior parte da mão-de-obra envolvida na execução do sistema de revestimento cerâmico é pouco qualificada e isto contribui de forma decisiva no surgimento dos referidos

problemas, resultando em grandes prejuízos para os empresários do setor. Este fato já levou várias construtoras brasileiras à falência.

Surge, então, a pergunta de pesquisa: como organizar ou gerenciar, fortemente fundamentada nas teorias disponíveis, todas as tarefas de execução do sistema de revestimento cerâmico de forma que não ocorram defeitos e falhas construtivas que comprometam a sua qualidade e a sua durabilidade?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é propor e implantar um modelo de gerenciamento das tarefas de execução do sistema de revestimento cerâmico, com a finalidade de garantir a qualidade e a durabilidade do mesmo.

1.3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- controlar, avaliar e garantir a qualidade, passo a passo, de todas as tarefas técnicas de execução do sistema de revestimento cerâmico, documentando todo o processo;
- avaliar a qualidade visual final dos trabalhos recém executados, comparando o resultado obtido com os critérios de aceite e conformidade estabelecidos nas normas brasileiras vigentes do setor;
- eliminar defeitos e falhas construtivas, de forma a garantir a estabilidade e a durabilidade do sistema de revestimento cerâmico;
- garantir o bom aspecto visual do sistema com o controle da mão-de-obra de acabamento, visando compor com as placas cerâmicas, as juntas e as argamassas de rejuntamento um conjunto satisfatoriamente harmonioso;
- fornecer informações relevantes para os consumidores, profissionais e empresários da construção civil, para a especificação dos materiais ideais para cada ambiente de suas construções e reformas;
- fornecer informações relevantes para as equipes de mão-de-obra sobre a

forma mais recomendada de executar o sistema de revestimento cerâmico, visando minimizar defeitos e falhas construtivas e eliminar perdas;

- servir de bibliografia complementar em disciplinas de materiais de construção e similares em cursos de graduação, seminários e outros, sobre a execução do sistema de revestimento cerâmico.

1.4 Metodologia

Este trabalho tem um caráter descritivo e de avaliação, dentro de uma abordagem principalmente qualitativa, cujo objetivo é a melhoria contínua do processo de produção de serviços aplicado à execução do sistema de revestimento cerâmico.

Consiste na geração de um modelo de gestão da qualidade no processo, associado a indicadores de capacitação e de desempenho consistentes, de modo que possibilitem o estabelecimento de metas e avaliação dos resultados, tomando-se por base as condições mínimas de qualidade estabelecidas na NBR 13753 (1996), na NBR 13754 (1996) e na NBR 13755 (1996).

Os trabalhos de execução do sistema de revestimento cerâmico são divididos em etapas, cada uma delas com procedimentos fundamentados nas normas brasileiras vigentes, recomendações de fabricantes de materiais de construção do setor, publicações e experiência prática do autor deste trabalho.

Ao modelo de gerenciamento cabe a tarefa de unir as atividades de controle, execução, verificação da conformidade dos trabalhos e avaliação do resultado final, atendendo sempre os requisitos estabelecidos nas normas brasileiras vigentes do setor, de forma a garantir a qualidade e a durabilidade do sistema.

1.5 Melhorias Esperadas

Espera-se que o modelo forneça meios para controlar o processo de execução do sistema de revestimento cerâmico de forma que, no final das tarefas, não haja a necessidade de retrabalhos, resultando em um bom acabamento, com qualidade visual superior à qualidade dos revestimentos cerâmicos

costumeiramente executados nas construções atuais, que seja durável e que proporcione uma sensação de bem estar e satisfação dos usuários finais dos ambientes revestidos com placas cerâmicas.

Espera-se que a repetição do modelo, além deste trabalho, permita o aprimoramento do mesmo e que outras equipes de mão-de-obra de execução do sistema de revestimento cerâmico sejam treinadas, em um efeito multiplicativo, corrigindo em um número cada vez maior de obras, falhas de aplicação que resultam, sempre, em prejuízos financeiros e descréditos para com as indústrias nacionais de materiais de construção e para com os prestadores de serviços da construção civil.

1.6 Estrutura do Trabalho

O trabalho está dividido em cinco capítulos, com os seguintes assuntos:

O capítulo 1 mostra a importância do revestimento cerâmico, a produção nacional dos últimos anos, a distribuição da produção nacional por regiões, expõe a importância, os objetivos e as principais melhorias procuradas, além de dar uma visão da metodologia e da estrutura geral do trabalho.

O capítulo 2 traz uma revisão bibliográfica dos principais conceitos utilizados, posicionando o conceito de qualidade, gestão da qualidade no processo, gestão da qualidade do processo de prestação de serviços, controle e garantia da qualidade, duas ferramentas da qualidade, indicadores, aplicação de indicadores na construção civil e faz a adaptação do ciclo PDCA, para aplicação em um modelo de gestão da qualidade no processo de execução do sistema de revestimento cerâmico. Também traz a ficha de controle do processo e descreve os principais aspectos técnicos e práticos dos elementos do sistema de revestimento cerâmico.

No capítulo 3 é apresentado o modelo de gerenciamento adotado, onde os trabalhos de execução do sistema de revestimento cerâmico são divididos em nove etapas. Mostra as ferramentas da qualidade e os indicadores usados para a avaliação do modelo proposto. Também são abordados todos os fundamentos técnicos da execução de cada etapa, de acordo com as normas brasileiras vigentes do setor, especificações de fabricantes de materiais de construção e experiência

prática do autor deste trabalho. Os fundamentos técnicos fornecem o suporte prático para os procedimentos da equipe de mão-de-obra.

No capítulo 4 encontram-se a aplicação prática do modelo, os resultados obtidos, a descrição da execução de cada etapa, as ferramentas de controle e a avaliação final do modelo.

O capítulo 5 é constituído pela conclusão e pelas recomendações para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para alcançar os objetivos a que se propõe este trabalho, há a necessidade da adoção de conceitos de gestão da qualidade no processo e a este relacionados, como qualidade, controle e garantia da qualidade, gestão da qualidade na produção de serviços, indicadores e ferramentas da qualidade, entre outros e fazer uma relação entre os conceitos adotados e a execução do sistema de revestimento cerâmico. A adoção de um sistema de gestão da qualidade e o controle do processo são de fundamental importância.

Também há a necessidade de criterioso estudo dos aspectos técnicos e práticos da execução dos elementos do sistema de revestimento cerâmico, ou seja, do substrato, da placa cerâmica, da argamassa de assentamento, das juntas e das argamassas de rejuntamento. Esse estudo deve ser baseado nas normas brasileiras vigentes e nas recomendações dos fabricantes de materiais do setor, além de outras bibliografias pertinentes ao assunto que se fizerem necessárias.

2.1 Qualidade

Neste trabalho são adotados os seguintes conceitos de qualidade: “a qualidade é a adequação ao uso” (JURAN e GRZYNA, 1991) e “a qualidade é um processo evolutivo” (PALADINI, 1995:41).

Como adequação ao uso, o foco da execução do sistema de revestimento cerâmico é o cliente, o usuário final. Como um processo evolutivo, destaca-se o caráter dinâmico dos trabalhos de assentamento e rejuntamento cerâmicos, geralmente necessitando de replanejamentos e adaptações, sempre voltado também para as necessidades e preferências do cliente, o usuário final, além de melhorar o processo produtivo de prestação de serviços durante os trabalhos.

No caso do sistema de revestimento cerâmico, ser adequado ao uso significa que o mesmo atingiu as suas finalidades de proteger o substrato onde está assentado das intempéries, ser incombustível, facilitar a limpeza e a manutenção, ser higiênico, ser adequado ao clima, ser durável, resistente e harmonioso, para proporcionar uma sensação de bem estar e satisfação ao usuário final, ou seja, às pessoas que fazem uso dos ambientes revestidos com placas cerâmicas nas

construções atuais.

Com isto, chega-se à idéia básica do que é a qualidade aplicada ao sistema de revestimento cerâmico, centrando-a no cliente/consumidor o que, segundo Paladini (2000), é o enfoque mais usual para a sua definição.

2.2 Gestão da Qualidade

O termo gestão refere-se à ação prática do dia-a-dia, à administração centrada no compromisso com um resultado desejado.

O conceito de gestão da qualidade está relacionado diretamente com o conceito da qualidade. Aceitar a qualidade como adequação ao uso, atendendo às necessidades do cliente significa, segundo Paladini (2000), que a meta da gestão da qualidade é focalizar toda a atividade produtiva para satisfazer as necessidades do consumidor, na multiplicidade de itens importantes para este (preço, marca, características do produto, processo de fabricação, entre outros), investindo na evolução das suas necessidades e preferências, atendendo e entendendo cada vez melhor as alterações das tendências do mercado e do gosto do consumidor.

Conforme Paladini (2000), a qualidade pode ser considerada como um conjunto de atributos ou elementos presentes em um produto ou serviço e, por isso, direciona-se à gestão da qualidade para a criação de uma cultura da qualidade, sendo esta um conjunto de valores da sociedade, atribuídos a determinados elementos, crenças, idéias e outros. A cultura da qualidade é a transformação da qualidade em valor, com envolvimento de todos os recursos e de todas as pessoas, constituindo-se em um fator estratégico para a sobrevivência das organizações.

2.2.1 Gestão da Qualidade Total

Conforme Paladini (2000), a expressão gestão da qualidade total é uma decorrência natural da qualidade definida como “adequação ao uso”, principalmente quando se relacionam as dimensões da gestão da qualidade com as ações que processam essa decorrência, sem identificar nem determinar quais elementos são mais relevantes no processo, o que faz com que a qualidade seja uma característica que atende totalmente ao consumidor.

A gestão da qualidade total envolve todos os recursos e todos os colaboradores da organização, sem exceções, e abrange todos os processos, constituindo-se em uma nova cultura, evoluindo para um processo de planejamento contínuo e a prática de atitudes e valores que os produtos e serviços devem incorporar para satisfazer plenamente as necessidades do cliente.

2.2.2 Gestão da Qualidade no Processo

Uma organização recebe insumos e/ou matérias primas e produz produtos e/ou serviços. Isto é um processo, assim como todas as atividades de todos os departamentos que compõem a estrutura da organização são processos. Logo, um processo é uma gama de atividades predeterminadas que tenham como entradas insumos e/ou matérias primas recebidas de fornecedores, transformando-os, resultando como saídas os produtos e/ou serviços adequados ao uso e que atendam às necessidades do cliente.

Define-se a gestão da qualidade no processo “como o direcionamento de todas as ações do processo produtivo para o pleno atendimento do cliente” (PALADINI, 1995:18). Segundo esse mesmo autor, a estratégia básica para a qualidade no processo consiste no melhor planejamento, na sua melhor organização e isso se viabiliza com três etapas: a eliminação de perdas, a eliminação das causas das perdas e a sua otimização.

Para Paladini (2000:186), a gestão da qualidade no processo industrial (ou de serviços e métodos, apenas mudando a estratégia), guia-se por alguns princípios que envolvem indicadores, como os seguintes:

- aumento da satisfação do cliente;
- menor probabilidade de geração de defeitos;
- melhoria constante nos métodos de trabalho;
- atividades desenvolvidas sem a geração de desperdícios;
- atividades geradas de forma que agregam valor ao processo ou ao produto;
- atenção ao maior número possível de elementos do processo produtivo.

Com relação aos processos atuais de execução do sistema de revestimento

cerâmico, na prática nota-se que, na grande maioria, os trabalhos são executados sem os cuidados recomendados pelas normas brasileiras vigentes do setor. Nesse contexto, os profissionais envolvidos deveriam revisar seus métodos e talvez adotar um novo método de execução do sistema de revestimento cerâmico, que pode ser o modelo proposto neste trabalho.

O modelo proposto neste trabalho tem, entre outras, a finalidade exata de eliminar perdas, eliminar as causas das perdas e otimizar o processo.

2.3 Gestão da Qualidade na Produção de Serviços

Os ambientes de prestação de serviços ocupam-se com a produção de serviços propriamente ditos e com os métodos. Os métodos significam a organização do sistema produtivo de serviços com as atividades lógicas desenvolvidas por terceiros.

Na área de serviços e métodos, não existem estoques, produção e consumo são simultâneos e os esforços com a gestão da qualidade concentram-se na interação direta e imediata com o cliente. Enquanto que em uma produção industrial o bem (produto) existe fisicamente (é dito “tangível”, como por exemplo uma televisão), na produção de serviços e métodos o bem não existe fisicamente (é dito “intangível”). São exemplos de atividades na área de serviços, as atividades envolvidas com transportes, comunicações, turismo, comércio, serviços de engenharia e arquitetura e de mão-de-obra na construção civil, entre muitos outros. São exemplos de métodos as atividades envolvidas com: consultorias, assessorias, produção de “softwares”, franquias, escolas e transferências de tecnologias, entre muitas outras.

A empresa da construção civil é uma indústria, pois a obra acabada é o seu produto. Também é uma prestadora de serviços, quando interage diretamente com os clientes durante a execução das obras. Existem empresas cujo foco é a prestação de serviços de execução de obras, total ou parcial. Possuem equipes de mão-de-obra para executar as diversas etapas de uma construção. Em ambos os casos, segundo Souza, et al (1995), geralmente a mão-de-obra empregada é intensiva e pouco qualificada, o emprego tem caráter eventual, as possibilidades de

promoção são escassas e o trabalho ocorre com pouca ou nenhuma motivação.

Na execução do sistema de revestimento, pode-se escolher as placas cerâmicas e as argamassas colantes e de rejuntamento adequadas ao uso, com características de qualidade certificadas pelo Centro Cerâmico do Brasil (CCB) e pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Porém, isto não garante a qualidade do produto final, o conjunto das placas cerâmicas assentadas e rejuntadas, pois depende de um trabalho de qualidade da equipe de mão-de-obra de execução do sistema.

Segundo Paladini (1995), a maior desvantagem das organizações prestadoras de serviços reside no fato de que o processo produtivo de serviços é completamente desorganizado, com excesso de variações, característica de processos produtivos onde o ser humano prevalece como agente. A gestão da qualidade no processo deve, então, envolver um planejamento global, em busca de um aprimoramento contínuo na execução do sistema de revestimento cerâmico.

Nesse contexto contemporâneo de melhoria contínua e baseada nas diretrizes de diversas normas brasileiras e internacionais, a gestão de qualidade no processo de execução do sistema de revestimento cerâmico deve ser um método eficiente que proporcione:

- a padronização nos procedimentos de execução e inspeção do sistema de revestimento, documentando o processo e permitindo sua repetição;
- o treinamento e qualificação das pessoas e equipes de operários responsáveis pela mão-de-obra;
- a correção de falhas construtivas e a adoção do método como uma nova tecnologia, como um instrumento prático de gestão da qualidade no processo para os profissionais envolvidos com a mão-de-obra de execução do sistema de revestimento.

O revestimento cerâmico é um produto parcial ao longo do processo de construção, porém pode afetar grandemente a qualidade do produto final, a obra acabada. Além da adequação ao uso, por ser parte do acabamento final e o que os usuários e/ou clientes enxergam nos pisos e paredes, deve proporcionar beleza e bem estar. Assim, a gestão da qualidade na execução do sistema de revestimento

torna-se essencial e exerce grande influência sobre a produtividade, os custos e a qualidade final dos acabamentos com placas cerâmicas.

Segundo Souza, et al (1995), elevar os padrões de qualidade do setor da construção civil significa comprometer os diversos agentes do processo com a qualidade de seus produtos parciais e com a qualidade do produto final, adequando-o a cada uso e cada necessidade.

2.4 Controle da Qualidade e Garantia da Qualidade

2.4.1 Controle da Qualidade

Segundo Paladini (2000), a verdadeira função do controle da qualidade é analisar, pesquisar e prevenir a ocorrência de defeitos, sendo que prevenir é a sua principal finalidade.

Prevenir defeitos significa atuar pensando no futuro, evitando que os mesmos ocorram, planejando todas as ações a serem desencadeadas no processo e comparando com padrões de qualidade ou referenciais pré-estabelecidos. Na realidade, controlar um processo significa comparar o que foi planejado com o que foi produzido pelo processo.

Todas as ações desenvolvidas para o controle da qualidade são essencialmente aplicadas com uma finalidade: o atendimento das necessidades do cliente. Esse controle deve ocorrer em todas as fases ou etapas do processo no momento em que as ações acontecem.

Dessa forma, consolida-se, segundo Paladini (2000), um conceito muito mais amplo e consistente, que não se restringe apenas às idéias de inspeção, prevenção ou comparação entre o que foi planejado e produzido, mas sim, um controle de qualidade que envolve todas essas idéias e todas as pessoas envolvidas, um conceito de um modelo em constante evolução, mais amplo e consistente, que é o conceito de controle da qualidade total.

2.4.2 Garantia da Qualidade

Segundo Ishikawa (1993), a garantia da qualidade é função do controle da

qualidade e significa garantir que o cliente possa comprar um produto e usá-lo por um longo tempo com satisfação e confiança.

Neste trabalho, adotam-se as premissas de que a garantia da qualidade está voltada para o controle do processo e para dar ênfase no desenvolvimento de novos produtos pois, enquanto o processo de execução do sistema de revestimento cerâmico é semelhante para ambientes e obras civis diferentes, o resultado final geralmente é diferente, face às diversas formas de decoração, placas cerâmicas de diversos modelos e ambientes com medidas e finalidades diferentes.

2.5 Ferramentas da Qualidade

Ferramentas da qualidade são os meios, técnicas e recursos utilizados para o controle da qualidade. Segundo Shiba, et al (1997), são sete as ferramentas da qualidade: lista de verificação, diagrama de causa e efeito, diagrama de Pareto, gráficos/estratificação, carta de controle, histograma e diagrama de correlação. Neste trabalho serão utilizados o diagrama de causa e efeito e a lista de verificação.

2.5.1 Lista de Verificação

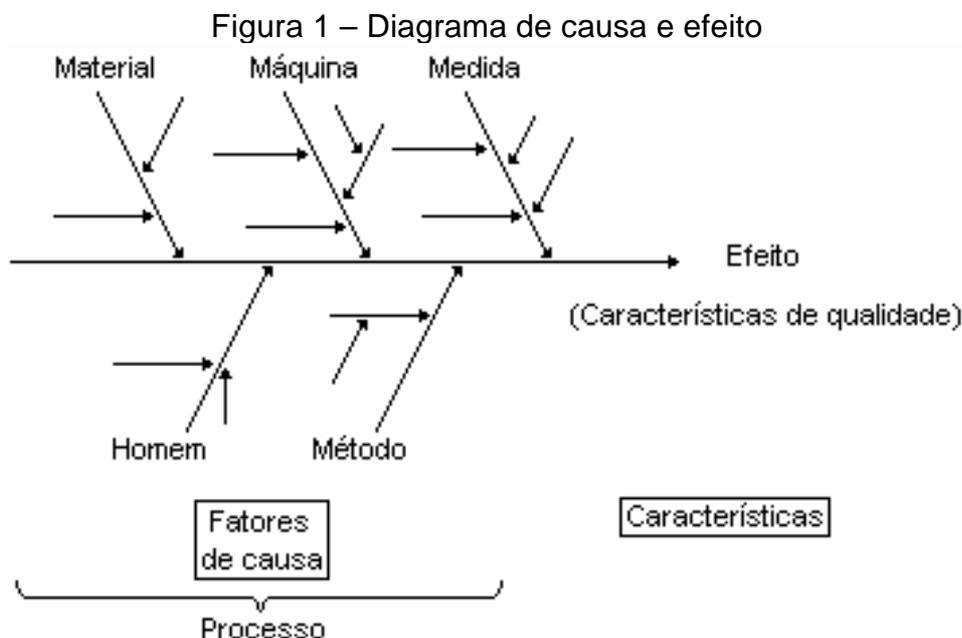
Lista de verificação é um formulário, planilha ou ficha com itens pré-impressos a serem verificados, que facilitam inspeções e/ou coleta de dados para posterior análise de efeitos. Essa ferramenta da qualidade será utilizada para a avaliação deste trabalho, em todas as etapas do modelo de gerenciamento proposto em seu objetivo geral.

2.5.2 Diagrama de Causa e Efeito

Também chamado de Diagrama Ishikawa ou de Espinha de Peixe, é uma ferramenta onde “constrói-se um gráfico com o problema identificado e suas prováveis causas” (LAS CASAS, 1999:85).

Para Ishikawa (1993), as características da qualidade são o efeito e a finalidade do diagrama e é colocado na sua extremidade direita, enquanto as causas aparecem à esquerda, nas pontas das ramificações e são também chamadas de fatores de causa, como na figura 1. O conjunto dos fatores de causa é

o processo e o efeito são as características de qualidade que se deseja alcançar.



Fonte: Ishikawa (1993)

Segundo Ishikawa (1993), o diagrama de causa e efeito pode ser utilizado tanto para controlar o processo e garantir a qualidade do produto final como para relacionar um defeito com as suas causas. Assim, facilita a tarefa de eliminação das causas do defeito. Essa ferramenta será utilizada neste trabalho.

2.6 Indicadores

A implantação de um sistema de gestão da qualidade provoca, em qualquer organização empresarial, alterações em seus processos de produções e gera resultados para seus clientes e para suas equipes de trabalho. Para medir e avaliar esses processos e resultados, segundo Costa, et al (1995), faz-se necessário definir e adotar indicadores.

Segundo Takashina e Flores (1997), os indicadores são formas de representação quantificáveis das características de produtos e processos, sendo essenciais para as organizações empresariais no planejamento e controle de seus processos produtivos. Os indicadores geram informações, a partir de medições e avaliações, dos processos e/ou dos produtos resultantes, extraindo os elementos necessários para a comparação entre os resultados obtidos e os padrões de

conformidade ou metas previamente definidas, subsidiando tomadas de decisão e replanejamento.

Conforme Souza, et al (1995), os indicadores podem ser de capacitação ou de desempenho. Indicador de capacitação é uma medida que expressa informações sobre uma determinada estrutura de produção, como por exemplo o nível de qualificação da mão-de-obra empregada em determinada tarefa do processo produtivo. Indicador de desempenho representa um resultado de um processo ou de características de um produto, como por exemplo a necessidade ou não de retrabalho ou o grau de conformidade com padrões pré-estabelecidos. Os indicadores de desempenho podem ser divididos em indicadores de qualidade e de produtividade.

Os indicadores de qualidade indicam o desempenho de um processo ou produto relativo à adequação ao uso, sob a ótica da satisfação do cliente. Os indicadores de produtividade referem-se ao desempenho dos processos, através de relações elaboradas a partir dos recursos utilizados e respectivos resultados atingidos. A avaliação de um indicador de qualidade pode resultar em uma ação de melhoria sobre o produto e a avaliação de um indicador de produtividade, uma ação corretiva e/ou de melhoria sobre o processo.

Conforme Souza, et al (1995) os indicadores de desempenho podem também ser classificados em indicadores globais ou específicos, dependendo da abrangência e da agregação dos dados utilizados em sua elaboração. Indicadores de desempenho globais são utilizados para decisões ligadas ao planejamento estratégico das empresas, posicionadas em relação ao conjunto de seus setores aos seus concorrentes diretos, como por exemplo a relação entre o número de unidades produzidas e o número de unidades vendidas. Os indicadores de desempenho específicos fornecem informações sobre processos e/ou estratégias e suas práticas gerenciais, de forma individualizada. Orienta a tomada de decisões sobre características dos processos em termos gerenciais ou operacionais. A produtividade de mão-de-obra por serviço é um exemplo de indicador de desempenho específico operacional e o número de alterações em um projeto é de indicador específico gerencial.

2.6.1 Implantação de Indicadores de Desempenho na Construção Civil

Os indicadores de capacitação estão relacionados com fatores do tipo: capacidade financeira, capacitação da mão-de-obra, sistemas gerenciais, tecnologia disponível, etc. Os indicadores de desempenho, globais ou específicos, da qualidade ou de produtividade, estão relacionados com o gerenciamento do processo de produção.

Uma metodologia para implantação de indicadores em qualquer organização produtiva exige uma definição dos indicadores, coleta de dados, informações, processamento e análise dos mesmos. Segundo Souza, et al (1995), essa metodologia deve ser desenvolvida com base nos procedimentos dos itens 2.6.1.1 a 2.6.1.4, que estão a seguir.

2.6.1.1 Estabelecimento do tipo de Avaliação Pretendida

Exemplo: eficácia de um sistema de gestão da qualidade, onde eficácia é a capacidade de satisfazer as necessidades dos clientes.

2.6.1.2 Identificação dos Aspectos que Propiciam a Avaliação Pretendida

Podem ser agrupados aqui os níveis de custos, prazos de entrega, qualidade do produto final, entre outros.

2.6.1.3 Definição dos Indicadores

Devem ser definidos a partir dos seguintes princípios: seletividade, simplicidade, baixo custo, rastreabilidade, estabilidade e experimentação.

A seletividade refere-se a escolha de indicadores relacionados a aspectos operacionais críticos para a qualidade e produtividade global e para capacitação ou desempenho da organização.

A simplicidade dos indicadores refere-se à não exigência de cálculos e processamentos complexos ou dificuldades para a obtenção de dados.

O baixo custo refere-se às despesas, cuja ordem de grandeza não deve ser maior do que o valor do benefício a ser obtido.

A rastreabilidade deve garantir que o processo de elaboração dos

indicadores seja suficientemente detalhado e documentado, para permitir a reconstituição de todas as etapas do processo e seus resultados parciais.

A estabilidade garante que o processo de elaboração dos indicadores deve se transformar em uma rotina incorporada às atividades da empresa, mantendo-se em operação contínua ao longo do tempo.

A experimentação refere-se à passagem dos indicadores por um período de testes, identificando-se sua aplicabilidade efetiva aos objetivos estabelecidos.

2.6.1.4 Outros Aspectos Relevantes

Também devem ser definidos os aspectos a seguir:

- método de coleta de dados;
- método de processamento;
- critérios de avaliação e de realimentação dos indicadores;
- as unidades de medidas dos indicadores.

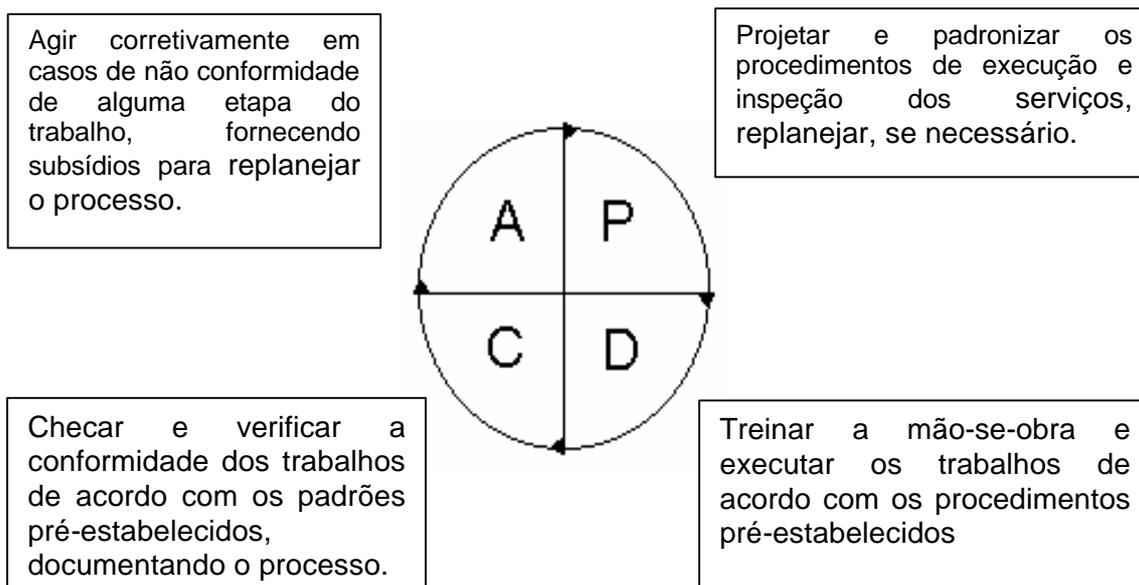
2.7 O Sistema de Gestão da Qualidade Adotado

De acordo com Souza e Mekbekian (1996), a qualidade da obra como um todo é resultante de seu planejamento e gerenciamento. O mesmo ocorre com o sistema de revestimento cerâmico, que se constitui em uma das etapas da obra. Sua qualidade é resultante de seu planejamento e gerenciamento, do processo de execução, da organização do ambiente de trabalho e da capacitação da mão-de-obra de execução, da fiscalização dos serviços e da checagem dos produtos finais em relação aos padrões pré-estabelecidos.

Pode-se aplicar ao sistema de gestão da qualidade no processo de execução do sistema de revestimento cerâmico o ciclo PDCA, por ser um ótimo instrumento para a padronização os trabalhos, permitindo o aperfeiçoamento contínuo, o estabelecimento de metas e a introdução de novas tecnologias na produção de serviços.

Aplicado ao modelo de gerenciamento proposto neste trabalho, de execução do sistema de revestimento cerâmico, no ciclo PDCA da figura 2, adaptado de Souza e Mekbekian (1996), tem-se:

Figura 2 – O ciclo PDCA aplicado à execução do sistema de revestimento cerâmico



A execução do sistema de revestimento cerâmico envolve nove etapas e cada uma delas se desenvolve perante a realização de diversos serviços com caráter prático, feitos com base nas normas brasileiras vigentes do setor, em bibliografias pertinentes ao assunto, em catálogos e especificações de fabricantes e larga experiência prática do autor deste trabalho.

A documentação formal dos procedimentos de controle do processo deve ser efetuada em formulários simples e de fácil manuseio. Isso permite a composição de um arquivo da qualidade dos serviços de execução do sistema de revestimento e possibilita o rastreamento, caso ocorram defeitos e patologias construtivas futuras, em busca de suas causas.

2.7.1 Ficha de Verificação da Conformidade dos Serviços (FVCS)

É a ficha da figura 3, de cabeçalho auto explicativo, e deve ser preenchida com os dados de aprovação ou rejeição das condições para o início e das verificações de conformidade correspondente para cada etapa, devendo-se, em caso de rejeição, anotar-se o porquê, as observações e as ações corretivas a serem adotadas. A ficha FVCS representa a lista de verificação do modelo proposto, uma das ferramentas da qualidade usadas neste trabalho para a avaliação das tarefas do mesmo.

Figura 3 – Exemplo de FVCS

GESTÃO DA QUALIDADE NO PROCESSO DE EXECUÇÃO DO SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO				
FVCS: FICHA DE VERIFICAÇÃO DA CONFORMIDADE DOS SERVIÇOS				
OBRA:		CONSTRUTORA:		
AMBIENTES:			INÍCIO:	
			FINAL:	
ETAPA:			FOLHA:	
INDICADORES:				
CONDIÇÕES PARA O INÍCIO DOS TRABALHOS		APROVAÇÃO		OBSERVAÇÕES E AÇÕES
		SIM	NÃO	
AVALIAÇÕES E VERIFICAÇÕES DE ACEITE E DE CONFORMIDADE DE CADA FASE, DE ACORDO COM OS FUNDAMENTOS TÉCNICOS PRÉ-ESTABELECIDOS				
FASES	AÇÕES E VERIFICAÇÕES DA FASE	APROVAÇÃO		OBSERVAÇÕES E AÇÕES
		SIM	NÃO	
(a)				
(b)				
(c)				
(d)				
(e)				
(f)				
(g)				
AVALIAÇÃO FINAL DA ETAPA:				
OBSERVAÇÕES SOBRE A ETAPA:				
ELABORADO POR:		APROV. DO RESP. P/ SERVIÇOS:		
_____		_____		
_____ / / DATA		_____ / / DATA		

2.8 Aspectos Técnicos e Práticos da Execução dos Elementos do Sistema de Revestimento Cerâmico

2.8.1 O Substrato

A finalidade deste trabalho está relacionada com a execução do sistema de revestimento cerâmico e o substrato é um dos elementos do sistema.

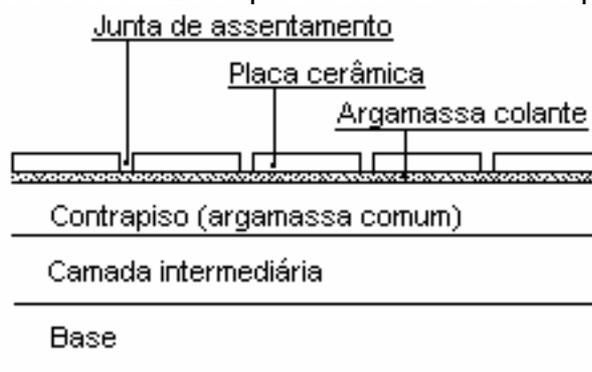
No caso de paredes internas e externas, o substrato é constituído pelo emboço, camada de argamassa constituída de cimento, cal e areia, dosada para cada finalidade, de acordo com a NBR 13754 (1996) e a NBR 13755 (1996). Esta trata do sistema de revestimento cerâmico em paredes externas e aquela, em paredes internas.

De acordo com a NBR 13753 (1996), o substrato para pisos é a camada formada por uma base de concreto armado ou simples quando apoiado diretamente sobre o solo ou pela laje maciça de concreto armado, laje pré-fabricada ou laje mista quando elevada. Sobre esta base são aplicadas as camadas de regularização, intermediárias e/ou o contrapiso, onde o revestimento cerâmico é assentado. De acordo com a localização do substrato, pode ser necessária a aplicação de camada de impermeabilização como, por exemplo, do substrato em contato com o solo, para impedir a ascensão da umidade, evitando a formação de eflorescências.

Segundo a NBR 13753 (1996), o contrapiso é a camada de argamassa comum onde são assentados os revestimentos cerâmicos. Pode ter a mesma função da camada de regularização, também de argamassa comum, que serve para eliminar irregularidades da base e/ou dar os caimentos necessários ao escoamento das águas sobre a superfície acabada. Argamassa comum é uma mistura de cimento e areia, geralmente quando utilizada em pisos, ou cimento, cal e areia, quando utilizada em paredes, dosadas de acordo com cada finalidade.

A figura 4 mostra as diversas camadas (intermediária e o contrapiso, podendo existirem outras) sobre a base, além de outros elementos (argamassa colante, placas cerâmicas e juntas). Pode representar, em corte, o sistema de revestimento cerâmico.

FIGURA 4 – Exemplo da estrutura de um piso



Fonte: NBR 13753 (1996)

A camada de regularização pode assumir o papel de camada de proteção da impermeabilização (por manta asfáltica ou outro material), quando o substrato for um terraço ou qualquer outro ambiente descoberto e também pisos de banheiros ou sacadas em edifícios ou residências com banheiros em pavimentos elevados. Nesses casos, é imprescindível a colocação de uma camada de drenagem (com geotêxtil ou outro material que permita o escoamento da água entre a camada de impermeabilização e a de regularização), sob pena de ter o revestimento cerâmico destruído pela eflorescência provocada pela umidade que se instala na camada de regularização. Dependendo do uso e das necessidades construtivas, podem haver camadas para isolamento térmica, acústica e camadas de enchimento, cuja finalidade pode ser para preencher o espaço vazio de lajes rebaixadas, para elevar o piso ou para embutir canalizações, entre outras.

2.8.1.1 A Camada onde a Cerâmica é Assentada

Os substratos devem ser executados de acordo com o local onde as placas cerâmicas serão assentadas, o que ocorre na camada mais superficial, seja o contrapiso ou a camada de regularização para os pisos ou os emboços de paredes.

Para Pisos Internos e Externos:

Segundo a NBR 13753 (1996), o substrato deve apresentar textura áspera e ter espessura entre 10 e 30mm. Dois traços de argamassa são recomendados:

- 1:6, em volumes de cimento e areia média úmida, respectivamente;
- 1:0,25:6, em volumes de cimento, cal hidratada e areia média úmida, respectivamente.

Se a camada de regularização for maior que 30 mm, deve ser executada em camadas de 30 mm cada, após a cura completa da camada anterior, executando antes uma ponte de aderência (argamassa de cimento de areia média, traço 1:1), espalhada na superfície da camada anterior com vassoura de pêlo duro.

Podem ser empregadas argamassas industrializadas no substrato, para regularização, desde que comprovado o mesmo desempenho das argamassas com os traços aqui descritos.

Para paredes internas ou externas:

Para a execução do substrato em paredes internas, os traços recomendados pela NBR 13754 (1996) são:

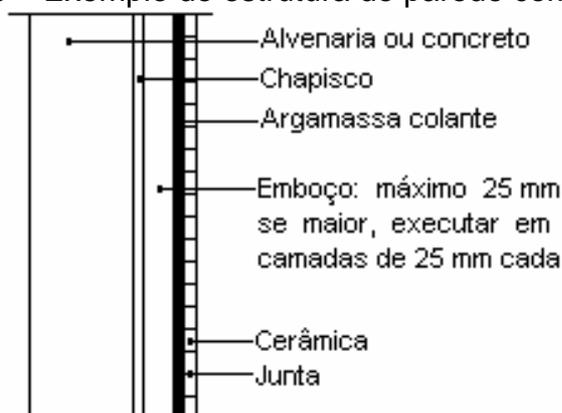
- chapisco: 1:3, em volumes de cimento e areia grossa úmida;
- emboço: entre 1:1:6 e 1:2:9, em volumes de cimento, cal hidratada e areia média úmida, respectivamente, devendo apresentar textura áspera e espessura máxima de 25 mm.

Para a execução do substrato em paredes externas, os traços recomendados pela NBR 13755 (1996) são:

- chapisco: 1:3, em volumes de cimento e areia grossa úmida;
- emboço: entre 1:0,5:5 e 1:2:8, em volumes de cimento, cal hidratada e areia média úmida, respectivamente, devendo apresentar textura áspera e espessura máxima de 25 mm.

A figura 5 representa um corte do sistema de revestimento cerâmico em paredes.

FIGURA 5 – Exemplo de estrutura de parede com cerâmica



Fonte: adaptado de Fiorito (1994)

Nas paredes, tanto internas quanto externas, quando a camada de regularização for maior que 25 mm, repetir o chapisco e emboço com, no máximo 25 mm de espessura quantas vezes forem necessárias, após a cura da camada anterior.

Podem ser empregadas argamassas industrializadas no emboço, desde que comprovado o mesmo desempenho das argamassas com os traços aqui descritos.

2.8.2 A Placa Cerâmica

2.8.2.1 Definições

Tecnicamente, chama-se de placa o elemento construtivo em que duas dimensões são bem maiores que a terceira. Na placa cerâmica, comprimento e largura são predominantes em relação à sua espessura.

Segundo a NBR 13816 (1997), placa cerâmica para revestimento é definida como sendo um material composto por argila e outras matérias-primas inorgânicas, geralmente utilizada para revestir pisos e paredes, sendo formada por extrusão ou por prensagem, podendo também ser conformado por outros processos, e queimadas à altas temperaturas.

Após secagem e queima a temperaturas entre 1000°C e 1200°C, a placa cerâmica adquire propriedades físicas, mecânicas e químicas. As principais propriedades são: dureza, rigidez, fragilidade e inércia. A dureza resulta de estruturas vitrificadas que se formam durante a queima, com alto grau de compacidade e coesão interna, resultando na força responsável pela resistência mecânica do material. A rigidez é a resistência da placa cerâmica à deformação, quando submetida a esforços. Sujeita a esforços, a placa cerâmica pode quebrar sem deformação prévia, resultando daí sua fragilidade, que deve ser considerada como uma propriedade da placa. Sua inércia refere-se a não reagir quimicamente com outros materiais.

2.8.2.2 A Polivalência da Placa Cerâmica

A principal finalidade da utilização da placa cerâmica para revestimento é a proteção do substrato onde ela é assentada, contribuindo grandemente para a não

insalubridade dos ambientes, devido à impermeabilidade de seu esmalte.

Possibilita vantagens quando usada como material de acabamento. As principais, de acordo com a revista Showroom, nº 53, de Abr/2001, são:

- limpabilidade: é fácil de limpar, tanto no pós-obra, quando no dia-a-dia, reduzindo o custo de manutenção, por dispensar procedimentos complicados e caros;
- antiinflamável: não pega fogo, como outros materiais de acabamento (carpetes e madeira, por exemplo). Trata-se, portanto, de um material que oferece a segurança como um de seus atributos;
- durabilidade: sua composição química estável permite um longo tempo de uso, sem que suas características técnicas ou estéticas se alterem;
- saúde: a cerâmica é um material anti-alérgico e também evita problemas respiratórios, pois não acumula pó ou microorganismos como ácaros e fungos. Algumas placas são, inclusive, bactericidas e vários rejuntamentos são antibolor;
- decoração: a cerâmica evoluiu muito nos últimos anos, no campo do design. Os maiores estúdios de “design” cerâmico do mundo e os grandes fabricantes mantêm uma estreita colaboração, desenvolvendo novos produtos, cada vez mais adequados ao bom gosto de todos os usuários.
- versatilidade: a cerâmica não é mais usada apenas nas cozinhas ou nos banheiros. A evolução da tecnologia produtiva e o avanço do “design” permitiram a criação de coleções voltadas para outros usos, tanto em residências, como nos ambientes industrial, comercial e de serviços.

2.8.2.3 Produção da Placa Cerâmica

A nível ilustrativo e conforme a Revista Showroom, nº 53, de Abr/2001, edição especial, na fabricação das placas cerâmicas, são utilizadas matérias primas plásticas, como argilas, caulim e filito e não plásticas, como quartzo, calcita,

dolomita, talco e feldspatóides. De forma genérica, todos esses minerais são chamados de argilas durante o processo de fabricação. Nos dias de hoje, com equipamentos altamente modernos e eficientes, as indústrias brasileiras garantem um alto nível de qualidade e sofisticação de seus produtos, desde a escolha das matérias-primas até a embalagem dos produtos.

Nas indústrias, as argilas são tratadas para conseguir uma boa homogeneidade, além de uma granulometria adequada (o tamanho médio dos grãos). Ambas são obtidas na moagem, que pode ser feita de dois modos: por via seca ou por via úmida. Na via seca, o material é misturado e moído com sua umidade natural, isto é, aquela com que foi extraído. Depois, segue para o granulador, a fim de obter um grão com forma adequada. Na via úmida, os diversos materiais são dissolvidos em água. A mistura (ou barbotina), segue para o atomizador que, pela injeção de gases em altas temperaturas, extrai quase toda a água do material, que já se agrega em grãos com as características desejadas.

Depois, vem a conformação, em que o formato da placa é definido. Há dois tipos de conformação: prensagem e extrusão. A prensagem é feita em prensas de grande tonelagem, das quais a placa já sai com largura, comprimento e espessura definidos.

Na extrusão, o equipamento parece um grande moedor de carne, a extrusora ou maromba. Uma rosca sem fim empurra o material para a saída da máquina, chamada de boquilha, que lhe dá a largura e a espessura. O comprimento é determinado pelo corte da barra de material que sai continuamente da maromba. Depois de conformadas, as placas vão para o secador, que retira a umidade restante, a temperaturas de aproximadamente 400°C.

A peça é então decorada. Há três tecnologias de decoração. A serigrafia plana usa o princípio do “silk-screen” para camisetas; a serigrafia rotativa difere no formato da tela (cilíndrica); e a incavografia é semelhante a um carimbo “invertido”. No carimbo, o desenho em relevo é que fica sobre o papel. Na incavografia, o desenho é formado por pequenos pontos gravados a laser sobre um cilindro de material apropriado. Os pontos retêm a tinta e a transferem para a placa, formando o desenho projetado.

Para proteger o desenho e conferir brilho à placa, é aplicada sobre ela uma

camada de esmalte. O esmalte é formado por materiais que, no forno, fundem-se, formando uma camada vitrificada sobre a peça. A queima, no forno, é uma das etapas mais importantes. A temperaturas acima de 1000°C, as argilas que compõem a base e os materiais vítreos do esmalte fundem-se e a placa adquire as características próprias da cerâmica. Tecnicamente, a queima chama-se sinterização, devido à reação química que ocorre no forno, a síntese, onde várias substâncias se unem, formando outras, com propriedades diferentes das iniciais.

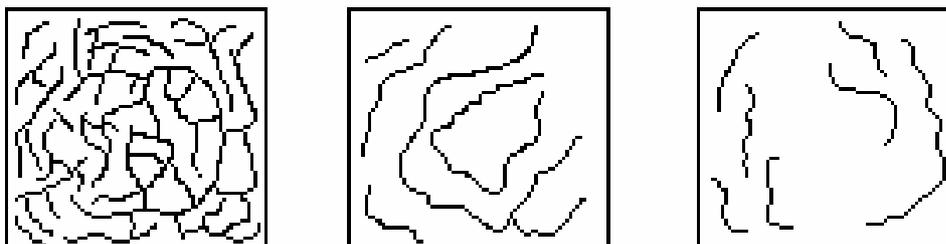
Ao saírem do forno, as placas são inspecionadas quanto a defeitos de fabricação. Depois, são embaladas, ficando prontas para o consumo.

2.8.2.4 Propriedades das Placas Cerâmicas

A especificação da placa cerâmica para utilização como revestimentos de pisos e paredes nos diferentes ambientes deve ser baseada em um conjunto de características técnicas, cujas principais são: resistência à abrasão, resistência ao impacto, resistência ao congelamento, resistência a manchas, resistência ao escorregamento, expansão por umidade, absorção de água, módulo de resistência à flexão, carga de ruptura, dilatação térmica, resistência à gretagem, resistência ao choque térmico, resistência ao ataque químico, determinação de chumbo e cádmio, dureza Mohs, entre outras.

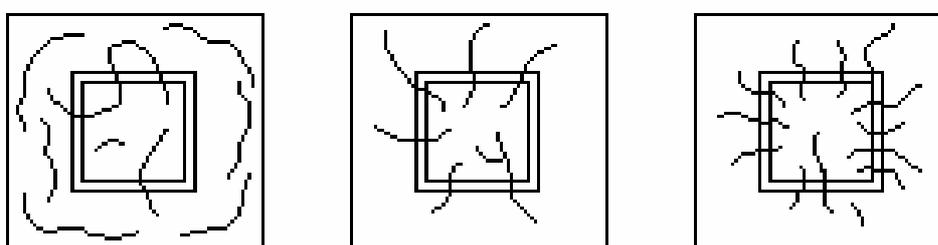
Gretamento é uma “fissura capilar limitada à camada esmaltada do revestimento, com as aparências das figuras 6 e 7”, (NBR 13818, 1997). A expansão por umidade pode ser responsável pelo gretamento das placas cerâmicas para revestimento, quando provoca aumento nas dimensões da sua base, forçando a dilatação do esmalte, material que é menos flexível. Sem absorver a variação de tamanho da placa cerâmica provocada pela expansão por umidade, a camada esmaltada sofre tensões progressivas de tração, originando as trincas características do gretamento.

Figura 6 – Aspectos assumidos pelo gretamento do esmalte cerâmico



Fonte: NBR 13818 (1997)

Figura 7 – Aspecto do gretamento em placas decoradas



Fonte: NBR 13818 (1997)

O Porcelain Enamel Institute (PEI) é um índice usado para medir a resistência à abrasão do esmalte das placas cerâmicas. Resistência à abrasão é a oposição ao desgaste superficial do esmalte, causado pelo movimento de pessoas e objetos. Placas cerâmicas não esmaltadas são avaliadas por abrasão profunda, o que é feito medindo-se “o volume de material removido da placa quando submetida à ação de um disco rotativo e um material abrasivo específico” (ANFACER, 2001: 9).

Quadro n° 2 – O PEI como orientação de uso

PEI	Resistência	Prováveis locais de uso
PEI 0	Baixíssima	Paredes (desaconselhável para pisos)
PEI 1	Baixa	Banheiros residenciais, quartos de dormir, etc.
PEI 2	Média	Cômodos sem portas para o exterior e banheiros
PEI 3	Média alta	Cozinhas, corredores, halls e sacadas residenciais e quintais.
PEI 4	Alta	Residências, garagens, lojas, bares, bancos, restaurantes, hospitais, hotéis e escritórios
PEI 5	Altíssima	Residências, áreas públicas, shoppings, aeroportos, padarias e “fast-foods”

Fonte: Adaptado da Anfacer (2001)

Expansão por umidade (EPU) é um aumento irreversível de tamanho que a placa cerâmica sofre, ao longo do tempo, dado ao contato com a umidade presente no ambiente onde está assentada. É uma característica crítica para fachadas, piscinas, banheiros, saunas e outros ambientes de elevada umidade. É medida em mm/m e uma pequena EPU significa um revestimento mais estável, pois a EPU pode ocasionar o destacamento, além da gretagem da placa cerâmica. A NBR 13818 (1997) limita a EPU em, no máximo, 0,6mm/m.

A resistência ao escorregamento refere-se ao atrito que atesta a segurança do usuário ao caminhar pela superfície das placas cerâmicas. Na presença de água (pisos que tendem a molhar, como calçadas, banheiros e áreas próximas a piscinas), em escadas e rampas, a placa cerâmica deve ter atrito superior a 0,4, com superfícies mais rugosas. Alto atrito geralmente dificulta a limpeza da placa cerâmica.

A resistência às manchas e ao ataque químico indica a capacidade do esmalte da placa cerâmica manter inalterada sua aparência após limpeza, quando em contato com produtos químicos ou agentes manchantes.

A classe de resistência às manchas informa sobre a facilidade de limpeza da placa cerâmica, considerada característica de extrema importância em pisos para cozinhas, hospitais e outras áreas onde a higiene é importante.

Quadro nº 3 – As classes de resistência às manchas

Classe 5	Máxima facilidade de remoção da mancha
Classe 4	Mancha removível com produto de limpeza fraco
Classe 3	Mancha removível com produto de limpeza forte
Classe 2	Mancha removível com ácido clorídrico/acetona
Classe 1	impossibilidade de remoção da mancha

Fonte: Anfacer (2001)

A resistência ao impacto é a capacidade da placa resistir a impactos, como quedas de objetos. Como a cerâmica é um material pouco elástico e seu esmalte é vitrificado, objetos pontiagudos ou pesados podem trincar ou lascas o esmalte e as bases das peças. Assim, em ambientes revestidos com cerâmica recomenda-se cuidado no manuseio desses objetos.

A absorção de água é uma das características principais das placas cerâmicas. Indica sua porosidade e com esta estão relacionadas várias características físico-químicas dos revestimentos, como resistência ao impacto, resistência ao congelamento e resistência à flexão, entre outras.

O módulo de resistência à flexão é característica do material cerâmico e independente de sua forma geométrica. É expresso em N/mm² ou kgf/cm² e diminui com o aumento da absorção de água da placa cerâmica.

A carga de ruptura é a força necessária para romper uma placa cerâmica, expressa em Newtons (N) ou quilograma-força (kgf). Uma placa cerâmica com maior espessura que outra resiste a uma carga de ruptura maior, para uma massa semelhante. A carga de ruptura é uma característica relevante para garagens e áreas grande tráfego.

O CCB propõe uma classificação que define uma nomenclatura a partir da absorção de água, módulo de resistência à flexão e carga de ruptura, como no quadro n° 4, onde cada placa cerâmica recebe uma classificação de acordo com a norma ISO 13006, dados os resultados dessas três características.

Quadro n° 4 – Classificação segundo Absorção, Resistência à Flexão e Carga de Ruptura

Produto	ISO 13006 ou NBR 13818	Absorção de água (%)	Módulo de resistência à flexão (N/mm ²)	Carga de ruptura (N) Para e \geq 7,5mm
Porcelanato	Bla	0 a 0,5%	\geq 35	\geq 1300
Grês	Bib	0,5 a 3%	\geq 30	\geq 1100
Semi-Grês	BIIa	3 a 6%	\geq 22	\geq 1000
Semi-Poroso	BIIb	6 a 10%	\geq 18	\geq 800
Poroso	BIII	10 a 20%	\geq 15	Piso \geq 600 Parede \geq 200

Fonte: CCB (1999)

A resistência ao congelamento é característica importante para locais onde a temperatura pode descer abaixo de 0° C. Segundo o Instituto de Tecnología Cerámica (ITC) (1993), a placa cerâmica que não resiste ao congelamento fratura-se em forma de fragmentos, defeito esse associado à sua porosidade. A água presente nos poros, ao congelar, aumenta de volume e pode danificar a placa

cerâmica. Logo, placa cerâmica com baixa absorção de água é fator importante na especificação para áreas frias.

A resistência ao choque térmico determina se a placa cerâmica resiste a variações bruscas de temperatura sem sofrer danos. É uma característica importante em fachadas e pisos externos quando, em calor excessivo, ocorrem pancadas de chuva, por exemplo.

A dilatação térmica significa uma variação das dimensões da placa cerâmica em função da variação da temperatura. A resistência a danos é importante característica em pisos, principalmente externos e fachadas em locais onde a amplitude térmica diária é elevada.

A resistência química indica a capacidade da placa cerâmica de manter inalterada a sua aparência quando em contato com produtos químicos. As classes de resistência química são três: classe A: resistência química elevada; classe B: resistência química média; e classe C: resistência química baixa. Todas as placas cerâmicas devem resistir aos produtos domésticos de limpeza, classificado no nível 1. O nível 2 indica resistência industrial e deve ser declarada pelo fabricante.

A resistência ao chumbo e ao cádmio solúveis refere-se à não liberação, pela placa cerâmica, desses elementos, quando em presença de ácido acético (vinagre).

2.8.2.5 A Qualidade das Placas Cerâmicas

A qualidade das placas cerâmicas está vinculada aos conceitos de conformidade às normas NBR 13816, NBR 13817 e NBR 13818, equivalentes às normas internacionais ISO 13006 e ISO DIS 10545, e de conformidade ao uso. O conceito de conformidade ao uso, conforme o Centro Cerâmico do Brasil (CCB) (2002), significa o atendimento das reais necessidades e desejos do usuário final do sistema de revestimento cerâmico.

No Brasil, o órgão credenciado pelo Inmetro para a certificação de placas cerâmicas para revestimento é o CCB, criado em 1993 pela Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento (Anfacer) e foi credenciado para tal fim em 1996.

Atuando de forma independente, o CCB reúne representantes dos fabricantes de placas cerâmicas, consumidores e entidades neutras, como Universidades,

Escolas Técnicas e Institutos de Pesquisas. Conta, também, com laboratórios credenciados pelo Inmetro para a realização de ensaios e outros serviços, como o Centro Nacional de Tecnologia (Cenatec), em São Bernardo do Campo - SP e o Centro de Tecnologia Cerâmica (CTC), em Criciúma - SC. O CCB tem incentivado parcerias entre as indústrias de cerâmica e universidades, como a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), a Universidade de São Paulo (USP), Escola Politécnica e Escola de Engenharia de São Carlos, a UFSCar e o Institutos de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), sempre visando, segundo o CCB, o desenvolvimento geral do setor.

No sistema de revestimento cerâmico, a placa cerâmica é o elemento mais externo. A qualidade da placa cerâmica é fator preponderante para a qualidade visual, resultando um revestimento bonito, fácil de limpar, durável e resistente.

Segundo o Boletim da Qualidade nº 07, publicação do CCB de Março de 2002, 28 indústrias de placas cerâmicas para revestimento têm seus produtos certificados, ou seja, encontram-se em conformidade com os parâmetros de qualidade estabelecidos nas normas ISO 13006 e ISO DIS 10545, equivalentes à NBR 13818. O Brasil é líder mundial em certificação de qualidade no setor, com mais de 50% de sua produção no ano de 2001, segundo dados da Anfacer.

A certificação compreende uma auditoria do processo de fabricação das empresas e realização de ensaios em laboratórios independentes credenciados pelo Inmetro. Os ensaios realizados são: carga de ruptura, coeficiente de atrito, resistência à abrasão (PEI), classe de resistência à manchas, resistência à manchas após abrasão, absorção de água, expansão por umidade (EPU), resistência a gretagem e características dimensionais (calibre, esquadro, retitude dos lados, curvatura e empeno).

A utilização de placas cerâmicas certificadas na execução do sistema de revestimento cerâmico é princípio básico para a qualidade do acabamento final, para a garantia de perfeita adequação ao uso do sistema e para o atendimento das necessidades dos usuários dos ambientes revestidos com placas cerâmicas.

2.8.2.6 Especificação das Placas Cerâmicas

Para uma especificação eficiente de placas cerâmicas para um dado

ambiente, as características técnicas são fundamentais. Em todas as situações, o ideal é que a placa cerâmica seja certificada pelo CCB. Garante-se, assim, que a expansão por umidade (EPU) será menor ou igual a 0,6 mm/m. Para fachadas, recomenda-se placas cerâmicas com EPU menor ou igual a 0,4 mm/m.

O quadro nº 5 traz as características básicas que as placas cerâmicas devem ter para cada ambiente, em função do PEI, da limpabilidade (resistência às manchas), absorção de água, resistência química, carga de ruptura e coeficiente de atrito. As informações desse quadro serão utilizadas para a especificação das placas cerâmicas na aplicação prática deste trabalho.

Quadro nº 5 – Especificação de placas cerâmicas a partir de certas propriedades

Ambiente	Resistência à abrasão (PEI) recomendável	Resistência às manchas	Absorção de água (%) recomendável	Resistência a ataques químicos	Carga de ruptura	Coeficiente de atrito
Paredes Externas	Não necessário especificar	4 ou 5	Regiões sujeitas a neve: 0 a 3% Outras regiões: 0 a 10%	Elevada ou média	≥800N	
Paredes Internas	Não necessário especificar	4 ou 5	0 a 20%	Elevada ou média	≥400N	
Pisos Residenciais	Cozinhas ≥3 Banheiro ≥1 Salas ≥3 Quartos ≥2 Quintais ≥4 Terraços ≥4	4 ou 5	0 a 10%	Elevada ou média	≥800N	Para quintais atrito ≥0,4
Escadas e Rampas	5	4 ou 5	0 a 10%	Elevada ou média	≥800N	≥0,4 ou ≥0,7
Pisos para Garagens e Calçadas	≥4	4 ou 5	0 a 10%	Elevada ou média	≥800N	≥0,4
Piscinas	Não necessário especificar	4 ou 5	0 a 20%	Elevada ou média	≥400N	≥0,4
Pisos Industriais	5	4 ou 5	0 a 6%	Elevada	≥1000 N	≥0,4
Pisos de Cozinhas Industriais e Supermercados	5	4 ou 5	0 a 6%	Elevada	≥1000 N	≥0,4

Fonte: adaptado do CCB (2001)

Com relação a resistência às manchas, o boletim do CCB (2001) recomenda, como no quadro nº 5, utilizar placas cerâmicas com classes 4 ou 5 para todos os ambientes. Porém, na prática, procura-se utilizar, no máximo possível, placas cerâmicas com classe 5, devido à máxima facilidade de remoção de manchas que ela oferece, de limpar praticamente com utilização somente de produtos de limpeza neutros. Uma placa cerâmica com resistência às manchas classe 4, embora seja possível limpá-la com produtos relativamente “fracos”, estes geralmente contém ácidos inibidos em suas composições e dependem de um procedimento de limpeza que, na prática, muitas vezes não é seguido e pode resultar em danos irreparáveis à camada superficial da placas cerâmicas.

As embalagens das placas cerâmicas têm as informações necessárias para a escolha dos locais apropriados para sua utilização. Essas informações são:

- marca do fabricante;
- selo de qualidade CCB/Inmetro (se possuir certificação);
- nome ou número do produto ou referência;
- identificação da qualidade (A ou extra, B ou standard, C ou comercial, ou D ou caco em caixa);
- classe de abrasão (PEI);
- bitola (ou calibre);
- tonalidade;
- tamanho nominal (N) e de fabricação (W);
- grupo de absorção;
- largura recomendada para as juntas de assentamento;
- informação se a placa cerâmica é esmaltada ou não.

2.8.3 As Argamassas Colantes

2.8.3.1 Definição de Argamassa Colante

Segundo a NBR 13754 (1996), argamassa colante à base de cimento Portland é uma “mistura constituída de aglomerantes hidráulicos, agregados minerais e aditivos que possibilita, quando preparada em obra com adição exclusiva de água, a formação de uma massa viscosa, plástica e aderente, empregada no

assentamento de peças cerâmicas e de pedras de revestimento.”

A colagem com argamassa colante ocorre de duas formas principais:

- ancoragem mecânica: depende da penetração da mistura nos poros e nos interstícios da placa cerâmica e do substrato. É indicada para materiais porosos e proporcionada pelo cimento;
- ancoragem química: ocorre quando existem aditivos químicos (resinas) na argamassa. É indicada para cerâmicas e substratos lisos e polidos e/ou que não absorvem ou absorvem pouca água.

Quanto ao desempenho, pode-se dividir as argamassas colantes industrializadas em :

- rígidas (tipo I): quando o aditivo da argamassa é apenas o retentor de água. Nesse caso, só propicia ancoragem mecânica;
- aditivadas (tipo I): quando são adicionadas resinas na argamassa. Nesse caso, existem ancoragens mecânica e química;
- modificadas ou flexíveis (tipo II, III e III-E): quando a quantidade de resinas adicionada na argamassa propicia forte ancoragem química e que, mesmo depois de seca, tenha certa flexibilidade para acompanhar em parte a movimentação do sistema de revestimento, dificultando o descolamento por cisalhamento e por flambagem da placa cerâmica. Propiciam ancoragens mecânica e química a ponto de serem indicadas para assentamento em placas cerâmicas e substratos que não absorvem água.

Em 01/06/1998 entraram em vigor um conjunto de Normas Brasileiras sobre argamassas colantes industrializadas para assentamento de placas cerâmicas, que são: NBR 14081, NBR 14082, NBR 14083, NBR 14084 e NBR 14085. Essas normas representam a maior evolução ocorrida até então no Brasil. Toda argamassa colante industrializada que as cumpre torna-se um produto confiável para ser utilizado na construção civil.

O resumo dessas normas e o que é mais importante para este trabalho está no quadro nº 6.

Quadro nº 6 – Tipos e Características das Argamassas Colantes

Propriedade	Método de Ensaio	Unidade	Argamassa Colante Industrializada			
			I	II	III	III-E
Tempo em aberto	NBR 14083	min	≥ 15	≥ 20	≥ 20	≥ 30
Resistência de aderência de 28 dias em: - cura normal - cura submersa em água - cura em estufa	NBR 14084	MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0	≥ 1,0
		Mpa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0	≥ 1,0
		Mpa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0	≥ 1,0
Deslizamento	NBR 14085	mm	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5

Fonte: ABNT (1998)

Quando a argamassa colante for específica para revestimento horizontal, não há a necessidade de ensaio de deslizamento.

Conforme a NBR 14081(1998), a especificação das argamassas é a seguinte:

- AC-I – Interior (tipo I): indicada para colagem de placas cerâmicas para revestimentos em pisos e paredes internas, com exceção de saunas, churrasqueiras, estufas e outros revestimentos especiais;
- AC-II – Exterior (tipo II): indicada para colagem de placas cerâmicas para revestimentos de pisos externos, paredes externas e áreas sob a ação de cargas (movimento de pedestres em áreas públicas e de máquinas ou equipamentos leves sobre rodízios não metálicos);
- AC-III – Alta Aderência (tipo III): indicada para colagem de placas cerâmicas para uso em saunas, piscinas, estufas e ambientes similares;
- AC-III-E – Especial (tipo III-E): similar ao tipo III, com tempo em aberto estendido.

2.8.3.2 Os Métodos de Assentamento das Placas Cerâmicas

Segundo Fiorito (1994), no Brasil as placas cerâmicas para revestimentos eram assentadas somente com argamassas comuns de cimento e areia ou cimento, cal e areia até por volta de 1970. Essas argamassas eram preparadas nas obras e

este processo é chamado de método convencional. Vieira (1998), chamou de método de assentamento em camada grossa, com espessura mínima de 2 cm, podendo ultrapassar 10 cm. Este método apresenta como ligante o cimento e as placas cerâmicas ancoram-se mecanicamente, pela absorção dos substratos e das placas cerâmicas. Neste caso, a colagem é tanto maior quanto maior for a porosidade das placas cerâmicas e do substrato.

O método convencional é um processo lento, que exige vários serviços simultâneos (canalizações de luz, água e esgoto, rebaixamentos e outros) e conhecimentos especiais dos operários o que, segundo Fiorito (1994), nem sempre ocorre, resultando em defeitos que comprometem o revestimento cerâmico, reduzindo a sua vida útil.

Devido a problemas, principalmente de descolamentos dos revestimentos cerâmicos de pisos e paredes, iniciaram-se no Brasil, conforme Fiorito (1994), as pesquisas sobre as argamassas colantes, a exemplo do “dry-set mortar”, um tipo de argamassa colante desenvolvida nos Estados Unidos, a partir de 1945.

Inspiradas no “dry-set mortar”, surgiram as primeiras argamassas colantes brasileiras, a partir de 1971, quando começou a ser implantado o mais moderno e eficiente método de colagem das placas cerâmicas, conhecido como “método de assentamento em camada fina” (VIEIRA, 1998), ou método da colagem ou ainda método racional (FIORITO, 1994), onde o adesivo placa cerâmica/substrato é a argamassa colante industrializada que, conforme Jones (1992) oferece maiores alternativas que os métodos tradicionais.

Hoje, praticamente todas as indústrias de cerâmica do Brasil recomendam o assentamento de placas cerâmicas pelo método da colagem ou racional, por apresentar diversas vantagens tais como:

- proporciona maior aderência;
- evita a necessidade de molhar as placas cerâmicas, pois as argamassas colantes apresentam maior capacidade de retenção de água;
- é uma técnica que proporciona maior produtividade;
- permite ajustar as peças cerâmicas durante o assentamento;
- devido a uma camada de assentamento mais fina, sua secagem

não provoca tensões prejudiciais à estabilidade do revestimento.

Além disso, a indústria cerâmica brasileira produz placas cerâmicas cada vez maiores e de baixa absorção de água, que necessitam de argamassas com aderência química, proporcionada por resinas industrialmente dosadas, incorporadas nas argamassas colantes.

Neste trabalho, será usado única e exclusivamente o método da colagem, por se constituir no mais eficiente, rápido e moderno método de assentamento de placas cerâmicas. Para se obter o melhor resultado final dessa colagem, este trabalho propõe um modelo de gerenciamento que controla o processo de colagem por etapas, com argamassas colantes industrializadas à base de cimento portland.

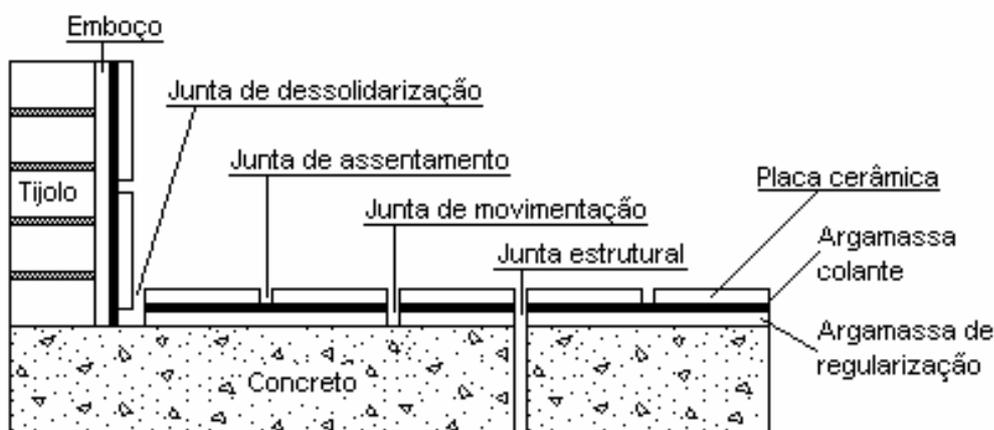
2.8.4 Os Diferentes Tipos de Juntas do Sistema de Revestimento Cerâmico

2.8.4.1 Definição de Junta

Junta é o espaço regular entre duas peças de materiais idênticos ou distintos. Os tipos mais comuns de juntas são: estrutural, de assentamento, de movimentação e de dessolidarização. No sistema de revestimento cerâmico, deve-se dar especial atenção às juntas, dimensionando-as de acordo com as normas brasileiras vigentes do setor e com as especificações dos fabricantes de placas cerâmicas para revestimentos, pois a função das juntas é absorver as tensões do sistema, garantindo a sua estabilidade.

A figura 8 mostra os diferentes tipos de juntas do sistema.

Figura 8 – As juntas do sistema de revestimento cerâmico



Fonte: Catálogo de produtos da ABCCO-Rejuntabrás (2001)

2.8.4.2 As Tensões do Sistema de Revestimento Cerâmico

O sistema de revestimento cerâmico é formado por cinco elementos distintos: substrato, placa cerâmica, argamassa colante, argamassa de rejuntamento e as juntas. Todos esses elementos estão ligados entre si e a deformação de qualquer um deles, devido a causas externas, resulta em tensões atuantes em todos.

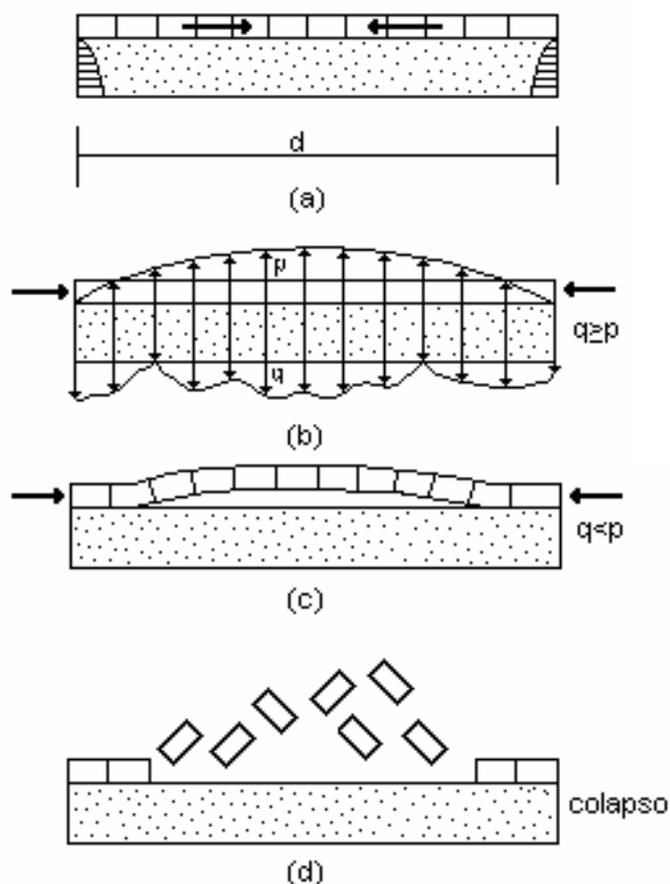
As principais deformações que originam tensões são:

- dilatação higroscópica das placas cerâmicas: também chamada de expansão por umidade (EPU), é responsável pelo surgimento de grandes tensões de compressão no sistema além de provocar gretamento nas placas cerâmicas;
- variações térmicas: o substrato (contrapiso ou emboço de paredes internas ou externas) e a placa cerâmica têm coeficientes de dilatações térmicas geralmente diferentes, fazendo com que as variações dimensionais desses elementos devido às variações de temperatura sejam diferentes, resultando em grandes tensões no sistema;
- retração das argamassas do substrato: ao secarem as argamassas do substrato sofrem um “encurtamento”, resultando em tensões de compressão no sistema;
- retração das argamassas de assentamento dos elementos da alvenaria: fato que geram as tão comuns fissuras nos encunhamentos das alvenarias nos edifícios;
- deformação lenta do concreto da estrutura;
- recalque das fundações;
- deformações provocadas pela umidade atuando nas argamassas endurecidas;
- atuações de cargas acidentais;
- vibrações de máquinas.

Assim, as tensões nos revestimentos cerâmicos sempre existem, variam bastante, podem se compensar ou somar, gerando compressões não suportadas pelo sistema.

Na figura 9, temos um revestimento sujeito a tensões de compressão:

FIGURA 9 – Revestimento sujeito à tensões de compressão



Fonte: Fiorito (1994)

Na figura 9-a, as tensões de compressão são mais intensas próximas ao centro do revestimento. A compressão origina tensões “p” de tração (figura 9-b), atuando no sentido de arrancar o revestimento de sua base. Opõe-se a isso, a aderência “q” (figura 9-b), proporcionada pelo material utilizado na colagem. O valor de “p” é máximo no centro da distância d, diminuindo para as extremidades, até se anular. A aderência “q” pode ser bastante irregular, pois depende do processo, muitas vezes influenciado por defeitos construtivos.

Se $q \geq p$ existe compressão mas o revestimento permanece estável. Se $p > q$, ocorre a flambagem do revestimento e seu posterior colapso (figuras 9-c e 9-d).

O processo de execução do sistema de revestimento cerâmico deste trabalho visa evitar, entre outros defeitos, o destacamento por flambagem descrito nesse item da forma a seguir.

Consideremos a fórmula de Euler:

$$N_{fl} = \frac{p^2 EJ}{d_{fl}}$$

Onde:

- N_{fl} = carga de flambagem atuante no revestimento, originada por tensões devido às diversas deformações do sistema.
- E = módulo de elasticidade
- J = momento de inércia
- d = comprimento do revestimento
- d_{fl} = comprimento de flambagem

Segundo Fiorito (1994), o revestimento tem comportamento semelhante ao de uma barra prismática de comprimento d , engastada nas suas extremidades. Logo, da Resistência dos Materiais, temos:

$$d_{fl} = \frac{d}{2} \quad (I)$$

Substituindo (I) na fórmula de Euler, temos:

$$N_{fl} = \frac{p^2 EJ}{\left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

ou

$$N_{fl} = \frac{4p^2 EJ}{d^2}$$

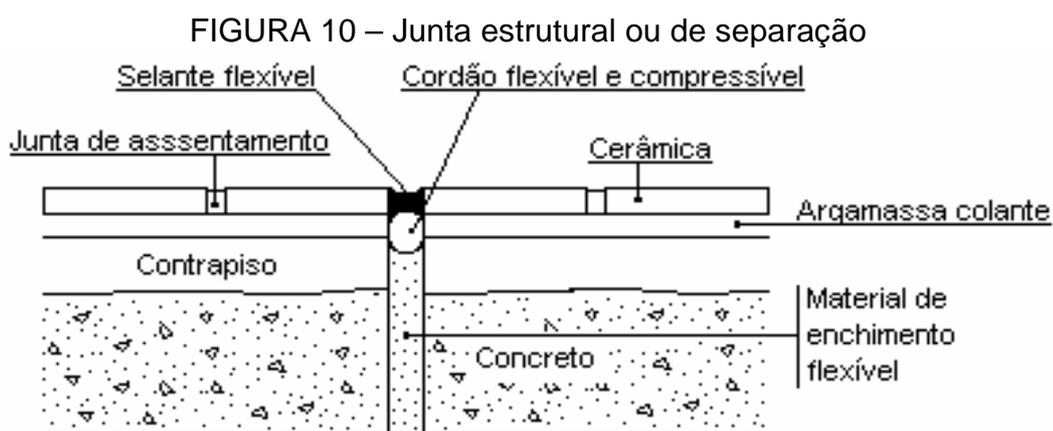
Como E e J são constantes, resulta que $N_{fl} = f(d)$, ou seja, a carga de flambagem é função exclusiva de d , comprimento do revestimento, e de forma inversamente proporcional ao quadrado desse comprimento. Logo, o risco da flambagem diminui de forma inversamente proporcional ao quadrado da diminuição do comprimento d . Dividindo, então, o comprimento d por juntas de movimentação, diminui-se grandemente o risco da flambagem do revestimento. Utilizando juntas de assentamento de larguras compatíveis com cada placa cerâmica, preenchidas com argamassas de rejuntamento o mais flexíveis possível, parte das tensões de compressão atuantes nas placas do revestimento são absorvidas, contribuindo para a redução do risco de flambagem.

E também uma parte importante desse trabalho: a eliminação dos defeitos construtivos na colagem, proporcionando uma resistência de aderência maior, dada pela fiscalização da etapa do processo onde ocorre a utilização da pasta de argamassa colante específica para cada ambiente e para cada tipo de placa cerâmica.

2.8.4.3 Junta Estrutural ou de Separação

Junta estrutural é o espaço cuja função é aliviar tensões provocadas pela movimentação da estrutura da obra. Devem ser respeitadas em posição e largura, em toda espessura do revestimento.

A figura 10 ilustra como uma junta estrutural deve ser executada em áreas onde existem revestimentos com placas cerâmicas.



2.8.4.4 Junta de Assentamento

É o espaço regular entre duas placas cerâmicas adjacentes.

Funções da junta de assentamento:

- absorver parte das tensões provocadas pela EPU da cerâmica, pela movimentação do substrato e pela dilatação térmica;
- compensar a variação de bitola da placa cerâmica, facilitando o alinhamento;
- garantir um perfeito preenchimento e estanqueidade;
- facilitar eventuais trocas de peças cerâmicas;
- estética.

As larguras das juntas de assentamento devem ser apropriadas para cada tipo de placa cerâmica e local de uso, interno ou externo. Não existe, em função dos esforços atuantes e em função das placas cerâmicas produzidas no Brasil, uma norma ou recomendação bibliográfica que contemple como deve ser a largura das juntas de assentamento nas mais diversas situações. Na prática, procura-se seguir as especificações dos fabricantes das placas cerâmicas e a experiência dos profissionais que atuam com especificação, execução e pesquisas no setor. Assim, recomenda-se as seguintes larguras de juntas de assentamento para pisos e paredes:

- áreas internas: para placas com lado maior de no máximo 20 cm, deve-se usar juntas de no mínimo 3 mm, aumentando no mínimo 1 mm para cada 10 cm de aumento da placa. Exemplo: uma placa com lado maior de 31 cm deve ter uma junta de, no mínimo, 5 mm;
- áreas externas ou sujeitas à grande umidade: a partir de placas não teladas de lado maior 10 cm, deve-se usar juntas de no mínimo 5 mm, aumentando 1 mm para cada 10 cm de aumento do lado da placa. Exemplo: uma placa cerâmica de lado maior de 33 cm deve ter uma junta de, no mínimo, 8 mm;
- grês porcelanato: usar juntas de no mínimo 2 mm para áreas internas e 5 mm para áreas externas;
- sempre seguir as especificações do fabricante da cerâmica.

2.8.4.5 Juntas de Movimentação ou de Dilatação

Junta de Movimentação é o espaço regular cuja função é subdividir o revestimento, para aliviar tensões provocadas pela movimentação do revestimento e/ou do substrato.

Segundo a NBR 13753 (1996), as juntas de movimentação em pisos devem obedecer ao que segue:

- áreas internas: devem ser executadas juntas de movimentação sempre que a área do revestimento for igual ou maior que 32 m², ou sempre que uma das dimensões do revestimento for igual ou maior que 8 m;

- áreas externas ou sujeitas a grande umidade: devem ser executadas juntas de movimentação sempre que a área do revestimento for igual ou maior que 20 m², ou sempre que uma das dimensões do revestimento for igual ou maior que 5 m.

Segundo a NBR 13754 (1996), paredes internas devem ter juntas de movimentação sempre que a área do revestimento for igual ou maior que 32 m², ou sempre que uma das dimensões do revestimento for igual ou maior que 8 m.

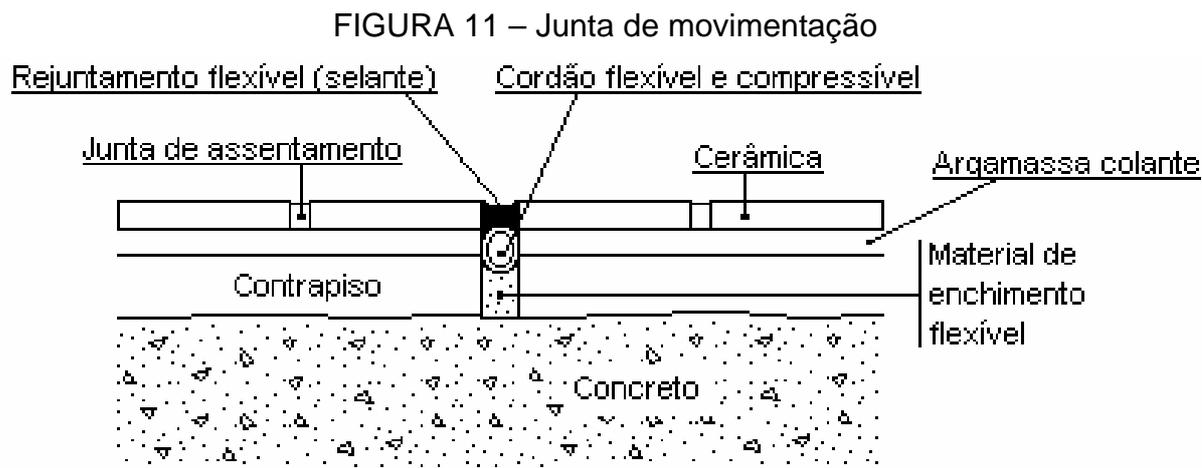
Segundo a NBR 13755 (1996), em fachadas devem ser executadas juntas de movimentação horizontais e verticais como segue:

- horizontais: recomenda-se a execução de juntas de movimentação espaçadas no máximo a cada 3 m ou a cada pé direito, na região do encunhamento da alvenaria.
- verticais: recomenda-se a execução de juntas de movimentação no máximo a cada 6 m.

As juntas de movimentação devem ser preenchidas com selantes flexíveis, à base de poliuretano, polissulfetos ou silicones, assentados sobre um “berço” de material flexível e compreensível, não aderente ao selante, como na Figura 11, e a largura das mesmas deve ser, de acordo com Handbook for Ceramic Tile Installation, de:

- Para pisos interiores: utilizar a largura da junta de assentamento, mas nunca inferior a 6,4 mm;
- Para exterior: mínimo de 9,6 mm para juntas distanciadas em até 3,7 m e mínimo de 12,8 mm para juntas distanciadas em até 4,9 m;
- Para interior, com uso de pastilhas e revestimentos cerâmicos de parede: utilizar a mesma largura da junta de assentamento, mas nunca inferior a 3,2 mm, sendo ideal a largura de 6,4 mm.

De acordo com as características dos materiais cerâmicos a serem utilizados, a largura dessas juntas pode sofrer variações.



Fonte: Vieira (1998)

Note-se que a junta de movimentação deve cortar o contrapiso e/ou a camada de regularização, em uma profundidade de pelo menos 25 mm abaixo do tardo da placa cerâmica. Quando a camada de regularização for menor que 25 mm, a profundidade da junta de movimentação deve ser a mesma da camada de regularização.

2.8.4.6 Juntas de Dessolidarização ou de União

Junta de dessolidarização é o espaço regular cuja função é separar a área com revestimento de outras áreas (paredes, tetos, pisos, lajes e pilares), para aliviar tensões provocadas pela movimentação do revestimento e/ou do substrato.

Segundo Handbook for Ceramic Tile Installation (1996), as juntas de dessolidarização devem ter, para áreas internas, largura de pelo menos 6,4 mm. Porém, essa largura pode sofrer variações, de acordo com as características dos materiais a serem utilizados. A profundidade deve ser de pelo menos 25 mm ou igual à espessura da camada de regularização quando esta for menor que 25 mm abaixo do tardo da cerâmica, cortando a primeira camada de regularização e/ou contrapiso.

Essas juntas devem ser preenchidas com selantes à base de poliuretano, silicone ou polissulfetos, assentados sobre um “berço” de material flexível e compressível, sobre o qual o selante não deve aderir. Deve-se limpar as juntas e as bordas das placas cerâmicas nas quais o selante será aderido. Se indicado pelo fabricante do material selante, deve-se fazer uso de “primer” nas bordas da junta,

para melhorar a aderência.

A Figura 12 mostra a disposição genérica de uma junta de dessolidarização.

FIGURA 12 – Junta de dessolidarização ou de união



Fonte: adaptado de Vieira (1998)

A NBR 13753 (1996) recomenda executar juntas de dessolidarização:

- no perímetro da área revestida;
- nos cantos verticais;
- nas mudanças de direção do plano do revestimento;
- nas mudanças dos materiais que compõe a estrutura suporte;
- no encontro do revestimento com pisos, forros, colunas, vigas ou com outro tipo de revestimento.

2.8.5 A Argamassa de Rejuntamento

É a argamassa introduzida nas juntas do sistema de revestimento cerâmico. Para cada tipo e finalidade de junta existe um tipo de argamassa recomendada, em função de quais características são desejáveis para o revestimento, tais como: maior ou menor flexibilidade, retenção de água, uniformidade de textura, dureza, resistência à manchas, baixa absorção de água, aspecto visual liso e fácil de limpar. Normalmente, ter algumas dessas características significa prejudicar outras.

2.8.5.1 Tipos de Argamassas de Rejuntamento

Conforme Vieira (1998), as argamassas de rejuntamento podem ser à base de cimento portland, contendo ou não látex e à base de produtos orgânicos, como silicone, poliuretano ou resinas (furânicas, epoxídicas, formaldeídicas, etc).

Argamassas de rejuntamento à base de cimento portland são misturas industrializadas de cimento portland cinza ou branco e outros componentes homogêneos e uniformes, como areia, retentor de água, impermeabilizantes, fungicidas, pigmentos fixadores de cores e outros aditivos químicos à base de látex (emulsão aquosa) ou poliméricos secos (pó redispersível). Estes aditivos químicos proporcionam certa flexibilidade aos rejuntamentos. É um tipo de argamassa largamente utilizada nas juntas de assentamento com a finalidade de preenchê-las e absorver parte das tensões do sistema de revestimento, por isto a importância de certo grau de flexibilidade do rejuntamento. Esse tipo de argamassa de rejuntamento apresenta baixa resistência a ácidos e álcalis, não é impermeável e, quando usada em áreas externas ou úmidas, recomenda-se o uso de camadas protetoras e hidrorrepelentes, com a finalidade de deixá-las impermeáveis.

Argamassas de rejuntamento à base de resinas epoxídicas são misturas industrializadas de resina epóxi, cargas minerais, aditivos e agentes de cura (endurecedores). Apresentam excelente resistência e comportamento frente a variações térmicas entre -20°C e 150°C . Podem ser utilizadas em pisos e revestimentos de indústrias alimentícias, frigoríficos, laticínios e outros.

Variações das argamassas de rejuntamento à base de resinas epoxídicas, adicionadas com pigmentos fixadores de cores que, embora com menor resistência química, resulta em um rejuntamento impermeável, de excelente acabamento, liso e fácil de limpar, que proporciona higiene impecável e grande beleza. É ideal para áreas úmidas, como banheiros, saunas e piscinas, cozinhas e hospitais, por ser resistente às eflorescências, fungos, bactérias e outros agentes contaminantes, constituindo-se na mais moderna e eficiente argamassa de rejuntamento do Brasil.

Argamassas de rejuntamento à base de resinas furânicas são compostos misturados industrialmente de resinas furânicas, cargas minerais, aditivos e agentes de cura (endurecedores). Possuem excelente resistência química e às variações de

temperatura (entre -20° e 150°) e podem ser utilizadas em juntas de assentamento em pisos e revestimentos de laboratórios, salas de galvanização, tanques de decapagens, laticínios, frigoríficos, e indústrias alimentícias e de bebidas.

2.8.5.2 Argamassas de Rejuntamento para as Juntas de Movimentação, Estruturais ou de Dessolidarização

São compostos à base de poliuretano, silicone ou polissulfetos, adicionando-se cargas minerais devidamente graduadas, aditivos especiais e às vezes, pigmentos fixadores de cor, quando se tornar desejável uma cor semelhante à cor do rejuntamento da junta de assentamento.

Essas argamassas devem apresentar grande flexibilidade, em torno de 25% de suas dimensões, para absorverem esforços resultantes das tensões do sistema de revestimento cerâmico, descritas no item 2.8.4.2 deste trabalho. Também devem ser impermeáveis, laváveis, resistentes a intempéries e ter grande aderência.

2.8.5.3 A Importância de Argamassas de Rejuntamento de Boa Qualidade

Durante muito tempo, utilizou-se cimento branco e alvaiade para o rejuntamento das juntas de assentamento, apresentando grandes inconvenientes, como trincas, infiltrações, formação de mofos, desagregação, entre outros, servindo apenas como massa tapa buracos. As argamassas de rejuntamento industrializadas e de boa qualidade apresentam grandes vantagens, como bons níveis de elasticidade, maior resistência à absorção de água, baixa retração por secagem, maior resistência à formação de fungos, alta adesividade, maior lavabilidade, cores mais firmes, entre outras, embelezando e valorizando o revestimento cerâmico, além de garantirem maior estabilidade para o sistema.

2.8.6 Eflorescência

O fenômeno da eflorescência está tão presente nos revestimentos cerâmicos, sejam novos ou antigos, que parece fazer parte do sistema. Na verdade, trata-se de um defeito construtivo associado à presença de água e da umidade que afeta, primeiramente, o aspecto visual do revestimento, embora possa ser a causa de problemas sérios de estabilidade, provocando o destacamento das placas

cerâmicas.

Constitui-se na formação de sais nas superfícies de elementos porosos (no caso, das placas cerâmicas e dos rejuntamentos). Resulta da ação da água (umidade) que, reagindo com sais solúveis existentes no cimento e na cal, forma um líquido viscoso que migra para a superfície, perdendo água por evaporação, resultando uma substância translúcida ou esbranquiçada, às vezes escura, rígida e quebradiça. Ataca a cerâmica, manchando (às vezes até furando) o esmalte e principalmente o rejuntamento, descolorindo-o.

2.8.6.1 Como evitar a Eflorescência

O revestimento cerâmico deve impedir a passagem da água superficial, água de lavagens e detergentes utilizados em sua limpeza apenas. Não tem a finalidade de impedir a passagem de água em sentido inverso, ou seja, do solo para a superfície, mesmo porque está instalado na última camada a ser atingida nessa direção.

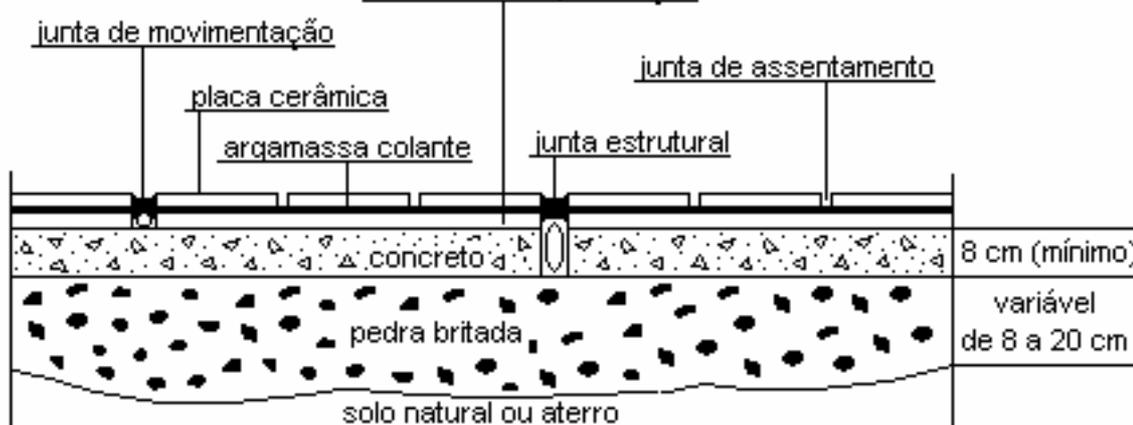
A eflorescência em revestimentos em contato com o solo está associada a uma falha construtiva, ligada a uma impermeabilização inadequada ou inexistente. Em pavimentos elevados ou que não estejam em contato com o solo, está relacionada com o assentamento pelo método convencional (na massa), pois se a massa de assentamento tiver 4 cm de espessura “sobram”, segundo Fiorito (1994), cerca de 9 litros de água por m² sob o revestimento. Pode também ser causada por vazamentos nas tubulações de água sob o revestimento cerâmico.

A figura 13 ilustra como se pode evitar a eflorescência em revestimentos cerâmicos para piso, cuja base está diretamente em contato com o solo, evitando a umidade ascendente do solo.

A camada de brita deve ser maior nos casos em que o contrapiso estiver em nível inferior ao solo das adjacências. Se o contrapiso estiver mais elevado do que o solo das proximidades, a situação é menos desfavorável. Nos casos em que o lençol freático aflora ou está muito próximo à superfície, é necessário executar drenagem. Deixar todas as camadas secarem completamente, ou seja, executar a regularização após o concreto secar e assentar as placas cerâmicas após a camada de regularização secar completamente. O concreto e a camada de regularização

devem conter impermeabilizantes e, em casos com maior presença de água, recomenda-se a utilização de mantas alfálticas sob a base de concreto.

FIGURA 13 – Esquema para evitar a umidade ascendente do solo
camada de regularização



Fonte: Chrun (2000)

Tanto em pisos cerâmicos em contato com o solo, ou elevados ou em paredes, a colagem das placas cerâmicas deve ser executada com argamassas colantes industrializadas sobre substratos secos. Assim, reduz-se a quantidade de água sob as placas cerâmicas devido às finas camadas de argamassas resultantes do processo, que secam com mais facilidades.

Deve-se executar o rejuntamento pelo menos 72 horas depois da colagem, proporcionando um bom grau de secagem da argamassa colante. A utilização de rejuntamentos impermeáveis, à base de epóxi evitam que a água e/ou umidade penetre pelas juntas de assentamento. Argamassas de rejuntamento à base de cimento portland devem ser aditivadas, para reduzir sua permeabilidade ao máximo possível, ou impermeabilizadas com selantes apropriados, evitando o descolorimento e surgimento de manchas nas suas superfícies, além de facilitar a limpeza, resultando um aspecto visual estável e bonito.

Como a eflorescência tem um quadro patológico associado à presença e a ação dissolvente da água e/ou umidade, evitá-la significa evitar a presença de água e/ou umidade sob o revestimento pois, segundo Fiorito (1994), sem elas não ocorre a eflorescência.

2.9 A Qualidade e a Durabilidade do Sistema de Revestimento Cerâmico

O sistema de revestimento cerâmico, como já visto neste trabalho, é um conjunto formado pelos seguintes cinco elementos: o substrato, a placa cerâmica, a argamassa de assentamento, os diferentes tipos de juntas e a argamassa de rejuntamento.

A qualidade do sistema de revestimento cerâmico significa que o mesmo é adequado ao uso, ou seja, atinge as finalidades a que se destina e proporciona, por seu aspecto visual, uma sensação de bem estar e satisfação ao usuário final dos ambientes revestidos com placas cerâmicas.

A durabilidade do sistema de revestimento cerâmico está diretamente relacionada à forma de como ele é executado. Essa forma está diretamente relacionada com a qualificação e a capacitação da equipe de mão-de-obra que executa os trabalhos.

A qualidade e a durabilidade do sistema também depende diretamente da escolha dos materiais mais apropriados e da execução dos trabalhos de acordo com as normas brasileiras vigentes e com as especificações dos fabricantes.

É de extrema importância o cumprimento das normas brasileiras, tanto na escolha dos materiais como na execução do sistema de revestimento cerâmico, pois além de garantir bons níveis de qualidade, é de exigência do Código de Defesa do Consumidor o cumprimento das mesmas.

O objetivo deste trabalho é de proporcionar um modelo eficaz de gerenciamento de todas as tarefas do processo de execução do sistema de revestimento cerâmico, de modo que seja possível garantir a qualidade e a durabilidade do mesmo.

2.9.1 Condições para Garantir a Qualidade e a Durabilidade do Sistema de Revestimento Cerâmico

A qualidade e a durabilidade do sistema de revestimento cerâmico estão associadas a ações específicas, listadas a seguir:

- elaborar um projeto completo de todas as áreas a serem revestidas com placas cerâmicas;

- execução do substrato de acordo com as Normas Brasileiras 13753, 13754 e 13755, todas de 1996;
- especificação das placas cerâmicas ideais para cada caso, de acordo com a NBR 13818 (1997) e certificada pelo sistema CCB/INMETRO, utilizando o quadro nº 5 do item 2.8.2.6 deste trabalho;
- especificação das argamassas colantes ideais para cada caso, em conformidade com a NBR 14081 (1998);
- escolha das argamassas de rejuntamento ideais para cada situação, de preferência impermeáveis ou permeáveis o mínimo possível;
- utilizar juntas de assentamento de acordo com o item 2.8.4.4 deste trabalho;
- definir as juntas de movimentação, de dessolidarização e estruturais de acordo com as Normas Brasileiras 13753, 13754 e 13755, todas de 1996;
- seguir rigorosamente os procedimentos de execução constantes nas Normas Brasileiras 13753, 13754 e 13755, todas de 1996 e especificações de fabricantes, treinando a equipe de mão-de-obra para tal finalidade;
- adotar um modelo eficiente de gerenciamento de todas as tarefas de execução do sistema de revestimento cerâmico, de forma que seja possível controlar e avaliar o processo, garantindo a qualidade e a durabilidade do mesmo.

Uma proposta de um modelo de gerenciamento do processo de execução do sistema de revestimento cerâmico está no próximo capítulo deste trabalho.

CAPÍTULO 3 OS FUNDAMENTOS DO MODELO PROPOSTO

3.1 O Modelo de Gerenciamento Proposto

Propõe-se aqui um modelo de gerenciamento dos trabalhos constituído de 9 etapas, associando a cada uma delas indicadores de capacitação e/ou desempenho, construindo o sistema de gestão da qualidade no processo de execução do sistema do revestimento cerâmico. As etapas são:

- 1ª:** projeto;
- 2ª:** avaliação dos materiais e ferramentas;
- 3ª:** avaliação dos serviços preliminares;
- 4ª:** controle da preparação da pasta de argamassa colante;
- 5ª:** controle da colagem das placas cerâmicas;
- 6ª:** controle da preparação e da aplicação das argamassas de rejuntamento;
- 7ª:** proteção;
- 8ª:** avaliação dos serviços finais;
- 9ª:** avaliação e controle do processo e redefinição do projeto e do modelo.

Os indicadores relacionados com cada etapa do modelo são gerados como uma forma de inspecionar e avaliar cada passo dos trabalhos, sendo que estes só seguirão para a etapa seguinte se o resultado da inspeção em uma etapa anterior mostrar-se de acordo com critérios de conformidade e de tolerância de resultados constantes nas normas brasileiras vigentes do setor.

Cada etapa é dividida em fases e estas estão relacionadas com ações específicas, tecnicamente consistentes e teoricamente de acordo com normas brasileiras vigentes, especificações de fabricantes de placas cerâmicas e argamassas industrializadas e diversas publicações do setor.

O modelo de gerenciamento assim construído deverá ser uma ferramenta eficiente para o atingimento dos objetivos deste trabalho.

As etapas e um resumo das ações e procedimentos das mesmas estão no quadro nº 7.

Quadro nº7 – As etapas do processo de execução do sistema de revestimento

Número da etapa	Nome	Resumo das ações da etapa
01	Projeto	Elaboração do projeto do sistema de revestimento cerâmico por profissional habilitado, avaliando se o mesmo atende características técnicas importantes, como a especificação ideal dos materiais cerâmicos, das argamassas e materiais de arremates, a decoração e a paginação dos ambientes, o cálculo das quantidades de todos os materiais. Outra ação importante desta etapa é a capacitação da equipe de mão-de-obra.
02	Avaliação dos materiais e ferramentas	Verificação se todos os materiais a serem utilizados e as ferramentas necessárias estão disponíveis e se são os especificados no projeto. Avaliação se a equipe de mão-de-obra está habilitada para a execução dos trabalhos.
03	Avaliação dos serviços preliminares	Avaliação das condições locais para o início dos trabalhos, verificando: a conclusão dos serviços complementares, a cura, o caimento e a limpeza do substrato e se as condições atmosféricas são ideais para a execução dos trabalhos.
04	Controle da preparação da pasta de argamassa colante	Avaliação e controle das características específicas das fases da preparação da pasta de argamassa colante, que são: mistura com água limpa, preparo manual ou mecânico, tempo de maturação e tempo útil para uso.
05	Controle da colagem das placas cerâmicas	Avaliação e controle das fases da colagem das placas cerâmicas, que são: reprodução no local da decoração dos ambientes, aplicação da pasta de argamassa colante, colagem das placas cerâmicas e verificação da impregnação total do tardo das mesmas.
06	Controle da preparação e da aplicação das argamassas de rejuntamento	Avaliação e controle das fases desta etapa, que são: limpeza das placas cerâmicas e das juntas do sistema, preparação dos rejuntamentos, tempo de maturação, tempo útil para uso, aplicação dos rejuntamentos e verificações de conformidade, de acordo com as normas brasileiras vigentes.
07	Proteção	Fiscalização da aplicação dos procedimentos de proteção do sistema de revestimento cerâmico recém executado;
08	Avaliação dos serviços finais	Fiscalização dos procedimentos de limpeza final, de liberação para uso e avaliação dos trabalhos, comparando-o com os critérios de conformidade das normas brasileiras vigentes e efetuando correções, se forem necessárias.
09	Avaliação e controle do processo e redefinição do projeto e do modelo	Verificação se todos os itens inspecionados foram transcritos em fichas adequadas e a redefinição do projeto e/ou do modelo, se necessário, visando trabalhos semelhantes no futuro.

3.2 Primeira etapa: O Projeto do Sistema de Revestimento Cerâmico

A elaboração do projeto é a primeira etapa de uma seqüência lógica de qualquer empreendimento. Com toda a segurança, a experiência tem mostrado que o custo final de uma atividade realizada de modo não planejado é muito superior ao de uma adequadamente projetada, mesmo incorporando o custo de elaboração do projeto.

Com freqüência, o revestimento cerâmico é entendido apenas como um material decorativo, sendo especificado e detalhado de modo muito precário no projeto arquitetônico. Deve-se salientar, porém, a necessidade da elaboração de um projeto construtivo, que contemple todas as informações e parâmetros necessários para que se exerça total domínio sobre a execução do sistema de revestimento cerâmico. Neste projeto devem estar determinados os materiais, as técnicas, os equipamentos e o tipo de mão-de-obra a serem empregados, bem como os procedimentos de controle de qualidade a serem implementados.

Os detalhes de projetos são extremamente importantes tanto do ponto de vista do comportamento final do revestimento (resistência mecânica, resistência de aderência, estanqueidade, etc.) como também para a otimização dos serviços de execução pois, com todos os problemas resolvidos a este nível, o desperdício de materiais torna-se praticamente nulo, a produtividade é otimizada e incrementa-se o nível de qualidade dos serviços executados.

3.2.1 Desenvolvimento do Projeto

Buscando organizar as atividades de concepção e desenvolvimento do projeto de revestimento, propõe-se que o trabalho seja subdividido em três etapas:

- análise preliminar;
- especificações e elaboração do projeto;
- redefinição do projeto.

3.2.1.1 Análise Preliminar

O projeto dos revestimentos deve considerar os demais projetos construtivos do edifício, envolvendo, em particular, os de alvenaria e de piso. Quando estes não

existirem, as informações deverão ser obtidas dos projetos tradicionais, como arquitetônico, estrutural, instalações e impermeabilização. Destes projetos, deverão ser analisados e identificados os seguintes aspectos:

Do projeto de alvenaria:

- os locais que receberão revestimento em componentes cerâmicos;
- as espessuras das vedações verticais;
- as características das fachadas, como dimensões, tipos, posicionamento e dimensões das aberturas existentes, presença de ressaltos estruturais, etc.;
- a presença de recortes, de detalhes construtivos como pingadeiras, peitoris e platibandas;
- os tipos e características dos revestimentos de piso;
- as dimensões dos componentes estruturais;
- a existência de juntas estruturais;
- a localização dos pontos de água, luz e energia elétrica;
- o tipo e a posição das tubulações a serem embutidas na alvenaria;
- os tipos de espelhos das caixas e de canoplas das torneiras e registros a serem utilizados;

Do projeto de piso, deve-se verificar as possíveis interferências dos sistemas de impermeabilização empregados no piso das áreas molháveis, com as vedações verticais.

3.2.1.2 Elaboração do Projeto e Especificações

O projetista do sistema de revestimento cerâmico deve ter como meta proporcionar o adequado funcionamento do sistema durante toda a vida útil do edifício.

A seguir, são relacionadas algumas recomendações para a elaboração do projeto observando-se, porém, que estas não esgotam os cuidados a serem tomados. Na realidade, busca-se aqui reunir pelo menos as principais diretrizes para que, tomadas como referência, sejam o ponto de partida para a definição do projeto. Essas recomendações constituem as fases da elaboração do projeto do sistema de revestimento cerâmico e as ações delas resultantes produzem o ente

físico a ser utilizado pela equipe de mão-de-obra, que é o projeto.

Assim, a primeira etapa é subdividida em sete fases, listadas a seguir:

- a)** especificação dos materiais cerâmicos adequados a serem utilizados em cada ambiente da construção: cozinhas, banheiros, terraços, salas, quartos, etc, compostos por placas cerâmicas e, se for o caso, de complementos, como faixas, tozetos, filetes, listelos e festones, entre outros, conforme item 2.8.2 deste trabalho;
- b)** decoração de cada ambiente, com a criação de elementos arquitetônicos ou construtivos, projetando-se painéis de revestimentos e suas geometrias, incluindo a definição das juntas do sistema;
- c)** cálculo das quantidades de cada material cerâmico a ser utilizado, com previsão para recortes e perdas, conforme as características de cada ambiente e determinadas pelas paginações dos mesmos (na prática, costuma-se acrescentar entre 5% e 10%);
- d)** especificação, conforme item 2.8.3 deste trabalho, das argamassas colantes adequadas para cada ambiente e cálculos das respectivas quantidades;
- e)** especificação das argamassas de rejuntamento adequadas para as juntas de assentamento, de movimentação, de dessolidarização e, se existirem, juntas estruturais, além dos cálculos das quantidades dos rejuntamentos;
- f)** definição e cálculo das quantidades de materiais para arremates, se existirem;
- g)** capacitação da equipe de mão-de-obra encarregada para a execução dos revestimentos.

O sistema de revestimento cerâmico subdivide-se em subsistemas, onde cada ambiente da obra (quarto, sala, cozinha, banheiro, etc) é um subsistema de revestimento cerâmico. O processo deve ser aplicado para todos os ambientes da obra de forma individualizada, até que a execução do sistema se complete.

Se o revestimento cerâmico for tal que seu valor não compensar a elaboração do projeto (tiver área pequena), ele pode ser executado a partir de algum bom senso da equipe de mão-de-obra, sem a decoração do(s) ambiente(s),

dispensando a fase **b** da primeira etapa e aplicando o restante do processo, com os mesmos cuidados.

3.2.1.3 Redefinição do Projeto

A redefinição do projeto, por suas próprias características e caráter dinâmico dos trabalhos de execução do sistema de revestimento cerâmico, deve ser alocada na nona etapa, junto com o controle do processo.

3.2.1.4 Avaliação da Primeira Etapa e a Ferramenta da Qualidade Utilizada

A qualidade do projeto depende da qualificação e da prática do profissional projetista, e um bom projeto, com certeza resulta em um sistema de gestão da qualidade no processo de execução do sistema de revestimento cerâmico eficiente em toda a construção.

A ferramenta da qualidade utilizada para a avaliação da primeira etapa do modelo proposto é a lista de verificação, dada pela ficha de verificação da conformidade dos serviços (FVCS) correspondente. A avaliação está relacionada com indicadores de capacitação e de desempenho global do processo. Uma avaliação positiva resulta na condição de aceite e de conformidade desta etapa, que é a existência do projeto com as características citadas em 3.2.1.1 e 3.2.1.2, elaborado por profissional habilitado pelo órgão de classe competente e as conformidades das suas sete fases.

3.3 Segunda Etapa: Avaliação dos Materiais e Ferramentas

A segunda etapa é dividida em três fases, que são:

- a)** verificação se todos os materiais cerâmicos, argamassas de assentamento e rejuntamento, selantes, arremates e outros, estão no local dos serviços, devidamente acomodados de acordo com as normas vigentes;
- b)** verificação se todas as ferramentas necessárias estão disponíveis;
- c)** verificação, por parte do profissional encarregado da obra, se a equipe de mão-de-obra tem alguma dúvida sobre a etapa.

3.3.1 Fundamentos Técnicos da Segunda Etapa

Todas as embalagens de material cerâmico devem ter os mesmos códigos de tamanho, tonalidade, qualidade, PEI, absorção de água, carga de ruptura, coeficiente de atrito e resistência às manchas, conforme especificações de projeto, além das quantidades de cerâmica necessária para aquele ambiente.

Todas as argamassas colantes e de rejuntamento devem estar de acordo com as especificações de projeto, quanto aos tipos e às quantidades.

Todos os materiais devem estar acomodados de acordo com as especificações das embalagens de cada um deles.

Todas as ferramentas e utensílios a seguir devem estar disponíveis: cortadores manual e mecânico de placas cerâmicas, régua de pedreiro, mangueira para nível, nível de bolha, prumo, colher de pedreiro, martelo de borracha, ponteiro, linha de nylon ou barbante, prego de aço, desempenadeiras denteadas de 6 mm e 8 mm, lápis de carpinteiro, desempenadeira de borracha, desempenadeira de madeira, esquadro, espátula plástica, vassoura, rodo, broxa, metro, balde de plástico, recipiente (tipo caixa) de plástico ou metal e misturador mecânico (por exemplo, furadeira com haste misturadora de tinta acoplada).

3.3.2 Avaliação da Segunda Etapa e as Ferramentas da Qualidade Utilizadas

As ferramentas da qualidade utilizadas na avaliação da segunda etapa são a lista de verificação, dada pela ficha de verificação da conformidade dos serviços (FVCS) correspondente e o diagrama de causa e efeito. Estão vinculados a esta etapa indicadores de capacitação e de desempenho específico. Com a utilização desses indicadores, faz-se a avaliação, que resulta no critério de aceite e de conformidade desta etapa, que são respostas positivas às suas três fases. Essas respostas positivas ocorrem se as suas três fases sofrerem ações de acordo com o item 3.3.1.

3.4 Terceira Etapa: Avaliação dos Serviços Preliminares

Os serviços preliminares estão divididos nas seguintes fases:

- a) conclusão dos serviços complementares;

- b)** verificação se o período mínimo de cura do substrato for cumprido;
- c)** verificação se o caimento das áreas molháveis é adequado;
- d)** verificação da limpeza do substrato;
- e)** verificação se as condições atmosféricas são propícias ao bom desenvolvimento dos trabalhos.

3.4.1 Fundamentos Técnicos da Terceira Etapa de Acordo com Normas Brasileiras

Conforme as normas brasileiras registradas 13753, 13754 e 13755, todas de 1996, a execução de revestimentos com placas cerâmicas só pode ser iniciada após a conclusão dos seguintes serviços: revestimentos de tetos, fixação de caixilhos, execução das impermeabilizações, instalação das tubulações e ensaios de estanqueidade nas tubulações hidráulicas e sanitárias.

O período mínimo de cura dos contrapisos e/ou camadas de regularização e emboços é:

- 7 dias para o contrapiso de pisos internos e externos;
- 7 dias para o emboço de paredes internas;
- 14 dias para o emboço de paredes externas e fachadas;

Se aplicadas diretamente sobre o concreto da base, o mesmo deve ter um período de cura de pelo menos 28 dias.

Segundo a NBR 13753 (1996), os caimentos devem ser:

- máximo de 0,5% em direção às saídas (portas) para pisos de ambientes não molháveis, como quartos, salas e outros;
- pisos internos de ambientes molháveis, como cozinhas, banheiros, lavanderias e corredores de uso comum, devem ser executados com caimento mínimo de 0,5% em direção aos ralos ou saídas, e máximo de 1,5%. Nos boxes de banheiros, os caimentos devem estar entre 1,5% e 2,5%, em direção aos ralos;
- pisos térreos e externos aplicados sobre bases de concreto simples ou armado devem ter caimento mínimo 1%;
- pisos externos aplicados sobre lajes elevadas devem ter caimento mínimo de 1,5%, em direção aos ralos (com mínimo de 1 ralo para

cada 25 m², com diâmetro mínimo de 100 mm).

Os substratos devem estar limpos, isentos de poeira, óleos, tintas, restos de argamassas e formas de madeira, eflorescências e outros que possam impedir ou dificultar a aderência. Deve-se evitar as eflorescências conforme item 2.8.6.1 deste trabalho.

Os trabalhos devem ser executados em condições atmosféricas médias, verificadas no local da obra, com temperaturas ambiente e dos materiais acima de 5°C para pisos e paredes internas. Para pisos externos, paredes externas e fachadas, recomenda-se a execução quando a temperatura ambiente estiver compreendida entre 5°C e 40°C e as temperaturas dos componentes do sistema de revestimento cerâmico (bases, placas cerâmicas e argamassas) estiver entre 5°C e 27°C. Quando a temperatura da base, por incidência do Sol, estiver acima de 27°C, deve-se umedecê-la levemente, porém sem saturá-la.

Revestimentos externos devem ser executados em períodos de estiagem e sem ventos fortes. Deve-se evitar a incidência direta do Sol nos horários de maior temperatura diária.

3.4.2 Avaliação da Terceira Etapa e a Ferramenta da Qualidade Utilizada

A ferramenta da qualidade utilizada para a avaliação desta etapa é a lista de verificação, dada pela ficha de verificação da conformidade dos serviços (FVCS) da mesma. Esta etapa está relacionada a um indicador de desempenho específico e sua aceitação e conformidade são respostas positivas a todas as suas cinco fases, registradas na FVCS correspondente.

3.5 Quarta Etapa: Controle da Preparação da Pasta de Argamassa Colante

A preparação da pasta de argamassa colante deve ser controlada a a partir de características específicas da operação, com as seguintes fases:

- a)** mistura com água limpa;
- b)** preparo manual ou mecânico;
- c)** tempo de maturação;
- d)** tempo útil para uso;

A preparação da pasta de argamassa colante ocorre várias vezes durante os trabalhos, sendo feito o mesmo controle para cada nova preparação.

3.5.1 Fundamentos Técnicos da Quarta Etapa, de Acordo com Normas Brasileiras

A quantidade de água limpa de amassamento deve ser a indicada na embalagem e expressa em litros a adicionar na massa líquida do produto contido na embalagem, expressa em quilogramas, ou pode ser referida em volume de água necessária para determinado volume aparente de argamassa colante no estado solto e anidro.

No preparo manual, colocar a argamassa colante em pó em caixa apropriada para argamassas e adicionar água aos poucos, misturando e amassando até obter uma argamassa sem grumos, pastosa e aderente. No preparo mecânico, colocar água em um balde e, sob agitação de misturador, ir acrescentando o pó até obter uma argamassa sem grumos, pastosa e aderente. Para os aditivos iniciarem sua ação, a argamassa colante preparada deve ficar em repouso por período de tempo indicado na embalagem do produto, geralmente entre 10 e 20 minutos, e a seguir deve ser novamente reamassada.

O emprego da argamassa colante deve ocorrer no máximo 2h e 30 min após seu preparo, sendo vedada após esse período a sua utilização e a adição de água ou outros produtos.

A pasta de argamassa colante preparada deve ser protegida do sol, da chuva e do vento.

3.5.2 Avaliação da Quarta Etapa e a Ferramenta da Qualidade Utilizada

É a primeira etapa onde a equipe de mão-de-obra realmente “põe a mão na massa” e sua avaliação está vinculada preponderantemente a indicadores de capacitação e de produtividade. A ferramenta da qualidade utilizada é a lista de verificação, dada pela ficha de verificação da conformidade dos serviços (FVCS) correspondente. A conformidade desta etapa ocorre se houver a conformidade das suas quatro fases.

3.6 Quinta Etapa: Controle da Colagem das Placas Cerâmicas

A fiscalização dos procedimentos de colagem das placas cerâmicas é dividida em quatro fases, que são:

- a) reprodução dos painéis e paginações do projeto;
- b) aplicação pasta da argamassa colante;
- c) aplicação das placas cerâmicas e complementos;
- d) verificação da impregnação total do tardo das placas cerâmicas.

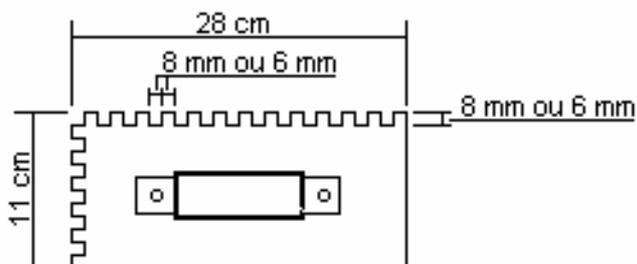
Esses procedimentos geralmente ocorrem várias vezes durante os trabalhos, sempre que uma nova quantidade de pasta de argamassa colante é preparada.

3.6.1 Fundamentos Técnicos da Quinta Etapa, de Acordo com Normas Brasileiras

Deve-se fazer a reprodução, se possível, das paginações dos painéis dos ambientes com os materiais cerâmicos a serem utilizados, conferindo a posição dos cortes e outros detalhes. Não é necessário umedecer a superfície do contrapiso para a aplicação da pasta de argamassa colante, exceto em locais sujeitos à insolação e/ou ventilação, onde base deve ser pré-umedecida, porém sem saturá-la.

A aplicação da argamassa colante é feita com utilização da desempenadeira denteada, ferramenta fabricada em chapa de aço com espessura de cerca de 0,5 mm (chapa 26) e dimensões aproximadas de 11 cm x 28 cm, tendo reentrâncias (dentes) em dois lados adjacentes, conforme mostrado na figura 14, com cabo preso por rebites no sentido longitudinal e no centro da peça. Quando os dentes da desempenadeira se desgastarem e sua altura diminuir em 1 mm, a desempenadeira deve ser substituída por uma nova, ou a altura deve ser recomposta. Os formatos e dimensões dos dentes variam para cada uso específico.

FIGURA 14 – Aspecto de uma desempenadeira denteada



Fonte: NBR 13753 (1996)

Estende-se a argamassa com o lado liso da desempenadeira, apertando-a de encontro à base, formando uma camada uniforme de cerca de 3 mm a 4 mm, quando for utilizada desempenadeira com dentes 6 mm x 6 mm x 6 mm, e de 5 mm a 6 mm de espessura, quando for utilizada desempenadeira com dentes 8 mm x 8 mm x 8 mm. Em seguida, aplica-se o lado denteado em um ângulo de 60° entre a desempenadeira e a base, formando sulcos e cordões.

O quadro nº 8 fornece detalhes do consumo de argamassa colante, em função da altura dos dentes da desempenadeira denteada usada e da área S das placas, informando a necessidade ou não da execução de colagem dupla.

Quadro nº 8 – Consumo de Argamassas Colantes e Procedimentos

Área S das placas cerâmicas em cm ²	Formato dos dentes da desemp. em mm	Procedimento	Espessura e de argamassa e consumo
$S < 400$	Quadrados 6 x 6 x 6	Colagem Simples	e = 3 mm cons = 4,5 kg/m ²
$400 \leq S < 900$	Quadrados 8 x 8 x 8	Colagem Simples	e = 4 mm cons = 6,0 kg/m ²
$S \geq 900$	Quadrados 8 x 8 x 8	Colagem Dupla	e = 6 mm cons = 8,0 kg/m ²

Fonte: NBR 13753 (1996)

A colagem simples significa que se estende a pasta de argamassa colante, formando sulcos e cordões apenas no substrato. Na colagem dupla, além de espalhar no substrato, estende-se também a pasta de argamassa colante no tardo da placa cerâmica, formando neste, sulcos e cordões. No caso, as placas cerâmicas são assentadas de modo a se cruzarem os cordões das placas e os do substrato. Nos assentamentos cerâmicos em fachadas, com placas 10 cm x 10 cm ou maiores, recomenda-se o uso da colagem dupla.

A pasta de argamassa colante deve ser estendida em faixas de largura apropriada para cada tamanho de placa cerâmica, para facilitar sua colocação. A extensão da faixa de espalhamento da argamassa colante deve ser determinada para cada caso e depende das condições locais de temperatura, insolação, ventilação e umidade relativa do ar. Se estas forem agressivas, podem provocar a formação de película (início da secagem) sobre os cordões da argamassa colante, reduzindo o tempo em aberto da argamassa e falseando a aderência das placas cerâmicas.

Tempo em aberto é o intervalo de tempo durante o qual uma argamassa “estendida” sobre um substrato, cuja superfície ficará exposta ao ar, consegue apresentar uma adesividade suficiente para fixar as placas cerâmicas. Se a argamassa colante apresentar um tempo em aberto muito reduzido, a “formação de película” ocorrerá mais rapidamente. Se não ocorrer o rompimento dessa película, acontecerá uma baixa impregnação com argamassa colante no tardo das placas cerâmicas e conseqüentemente, uma baixa aderência. Portanto, o tempo em aberto de uma argamassa colante é um dos principais fatores para garantir a eficiência dessa argamassa.

Na colocação, deve-se obedecer à disposição prevista para as placas cerâmicas no projeto, suas paginações e recortes e à largura especificada para as juntas de assentamento, empregando, se necessário, espaçadores deformáveis previamente gabaritados. Recomenda-se que o controle de alinhamento das juntas seja feito sistematicamente, com o auxílio de linha esticada longitudinalmente e transversalmente. Devem ser respeitadas as juntas de movimentação, dessolidarização e estruturais presentes no projeto do sistema.

A colocação das placas cerâmicas só deve ser feita sobre cordões de pasta fresca, sem apresentar película seca superficial, verificável pelo toque de dedo, o qual deve vir impregnado de pasta. Atenção especial deve ser dada a locais sujeitos a insolação, vento ou corrente de ar.

As reentrâncias de altura maior que 1 mm presentes no tardo de alguns tipos de placa cerâmica, devem ser preenchidas com pasta de argamassa colante. Este preenchimento deve ser feito concomitantemente com o assentamento.

Antes da colagem, a placa cerâmica deve satisfazer às seguintes condições:

- estar seca, sendo ideal retirá-las da embalagem do fabricante para seu assentamento imediato;
- seu tardo deve estar isento de pó, englobes pulverulentos ou partículas que impeçam sua boa aderência à argamassa colante. Deve ser limpo com um pano ou escova de piaçava.

As placas cerâmicas destinadas a arremates nos encontros com obstáculos verticais devem ser cortadas mediante emprego de ferramenta com ponta de vídia ou diamante.

Devem ser abertas pelo menos 6 caixas de placas cerâmicas, colando-se uma peça de cada caixa, misturando-as e formando-se painéis, evitando separações por aceitáveis diferenças de tonalidades.

Executando os sulcos e cordões com o lado denteado da desempenadeira de aço, aplica-se cada placa cerâmica sobre os cordões de argamassa colante ligeiramente fora de posição e em seguida pressioná-la, arrastando-a perpendicularmente aos cordões, até sua posição final.

Atingida a posição final, aplicam-se vibrações manuais de grande frequência, transmitidas pelas pontas dos dedos, e bate-se levemente com martelo de borracha, procurando obter maior acomodação possível, que pode ser constatada quando a argamassa colante flui nas bordas da placa cerâmica. Deve-se limpar as juntas, retirando-se os excessos de argamassa colante para a posterior colocação da argamassa de rejuntamento correspondente.

3.6.2 Avaliação da Quinta Etapa e as Ferramentas da Qualidade Utilizadas

A avaliação desta etapa e sua condição de aceite e de conformidade estão vinculadas a diversos indicadores. São indicadores de capacitação, pois depende da mão-de-obra aplicada; de desempenho específico, pois trata do gerenciamento da etapa; e de qualidade, pois é o início do lado visual do acabamento.

As ferramentas da qualidade para esta etapa são a lista de verificação, dada pela ficha de verificação da conformidade dos serviços (FVCS) correspondente e o diagrama de causa e efeito.

Para o aceite e conformidade, devem ser satisfeitas as fases de **a** a **d**. Na fase **d**, faz-se a inspeção da impregnação total do tardo das placas cerâmicas de pasta de argamassa colante, com o seguinte procedimento: a cada 5 m² de placas cerâmicas assentadas, retira-se uma placa e observa-se o seu tardo. Se estiver com 100% de seu tardo preenchido de pasta de argamassa colante, seguem-se os trabalhos e repete-se o procedimento para a próxima área de 5 m² de placas cerâmicas assentadas. Se a placa cerâmica estiver com impregnação de seu tardo abaixo de 90 %, rejeita-se a área, arrancam-se as peças já coladas e repete-se a operação. Se a placa cerâmica não estiver com seu tardo 100% cheio de pasta,

mas estiver com pelo menos 90 % do tardoiz impregnado de argamassa colante, retiram-se mais seis peças da mesma área. Se todas estiverem com o tardoiz 100% impregnado de pasta, seguem-se os trabalhos para uma nova área de 5 m². Se pelo menos uma das seis peças retiradas não estiver com o tardoiz 100% impregnado de pasta de argamassa colante, rejeita-se todo o trabalho dessa área retirando-se todas as placas cerâmicas e repetindo-se o assentamento, após o qual far-se-á nova inspeção, para a mesma área.

Este procedimento pode ser repetido tantas vezes quantas forem necessárias e se justifica porque, na prática, uma das principais causas do destacamento das placas cerâmicas do sistema de revestimento é o uso de pouca quantidade de argamassa colante, menos que o mínimo necessário para se obter uma colagem com segurança. Para evitar o efeito de utilização de pouca pasta de argamassa colante, faz-se a utilização do diagrama de causa e efeito nesta etapa.

3.7 Sexta Etapa: Controle da Preparação e da Aplicação das Argamassas de Rejuntamento

O controle e a fiscalização da preparação das argamassas de rejuntamento e suas corretas aplicações é um item subdividido nas seis fases a seguir:

- a) limpeza das placas cerâmicas e das juntas do sistema;
- b) preparação dos materiais de rejuntamento;
- c) tempo de maturação;
- d) tempo útil para uso;
- e) aplicação dos rejuntamentos;
- f) verificação de conformidade, de acordo com as especificações dos fabricantes e critérios das normas vigentes.

3.7.1 Fundamentos Técnicos da Sexta Etapa de Acordo com Normas Brasileiras

O rejuntamento das placas cerâmicas só deve começar no mínimo 72 horas após o término do assentamento das placas cerâmicas.

As juntas devem ser completamente limpas de poeiras e resíduos que possam prejudicar a aderência, assim como as placas cerâmicas, para que não haja

impregnações de poeiras e sujidades nas argamassas de rejuntamento.

Os trabalhos devem começar pelas juntas de assentamento. As argamassas de rejuntamento mais utilizadas, nesse caso, são à base de cimento, embora cresça o consumo das argamassas de rejuntamento epoxídicas, principalmente para placas cerâmicas tipo porcelanato e outras de boa qualidade e em ambientes internos molháveis, devido à sua impermeabilidade e não proliferação de fungos e eflorescências.

Se a argamassa a ser utilizada nas juntas de assentamento for à base de epóxi, os procedimentos de execução devem seguir as orientações dos fabricantes, impressas nas embalagens. Neste trabalho, os procedimentos de rejuntamento referem-se aos rejuntamentos em pó, à base de cimento portland, para as juntas de assentamento.

A mistura com água limpa deve ser feita nas proporções indicadas pelo fabricante.

No preparo manual, colocar a argamassa de rejuntamento em pó em caixa apropriada e adicionar água aos poucos, misturando e amassando até obter um rejuntamento sem grumos, pastoso e aderente.

No preparo mecânico, colocar água em um balde e, sob agitação de misturador, ir acrescentando o pó até obter um rejuntamento sem grumos, pastoso e aderente. Para os aditivos iniciarem sua ação, a argamassa de rejuntamento preparada deve ficar em repouso por um período de tempo indicado na embalagem do produto, geralmente entre 10 e 20 minutos, e a seguir deve ser reamassada antes do uso.

O emprego da argamassa de rejuntamento deve ocorrer no máximo 2h e 30 min após seu preparo, sendo vedada nesse período a adição de água ou outros produtos.

A argamassa de rejuntamento deve ser protegida do sol, da chuva e do vento.

Antes da aplicação do rejuntamento, fazer o teste de limpabilidade em uma das placas cerâmicas do revestimento sujando-a. Após 30 min, deve-se retirar o rejuntamento, verificando se não “sobram” impregnações na placa cerâmica. Se a mesma não limpar totalmente, deve ser aplicada cera líquida ou em pasta incolor

nas placas e aplicar o rejuntamento com espátula plástica ou de borracha apenas nas juntas, sujando o revestimento o mínimo possível.

Umedecer as juntas entre as placas cerâmicas com utilização de broxa, de modo a remover o pó e deixá-las umedecidas, para garantir uma boa hidratação e aderência do rejuntamento. Com as juntas ainda úmidas, fazer a aplicação da argamassa de rejuntamento em excesso, com o auxílio de desempenadeira emborrachada ou rodo de borracha, preenchendo completamente as juntas, em movimentos contínuos de vaivém, diagonalmente às juntas. A borracha deve ser suficientemente macia para não riscar o esmalte da placa cerâmica e suficientemente resistente para forçar a pasta dentro da junta de assentamento.

Deixar a argamassa de rejuntamento secar por 15 min a 30 min. A seguir fazer a limpeza do revestimento cerâmico com uma esponja de borracha macia, limpa e úmida. Finalizar a limpeza com um pano limpo e seco ou com estopa de primeira, limpa e seca. Deste procedimento resulta a qualidade do acabamento final, procurando-se deixar o rejuntamento liso, limpo e sem manchas, valorizando o revestimento cerâmico.

No caso de placas cerâmicas bisotadas, deve-se proceder ao frisamento das juntas com emprego de haste de madeira macia ou plástica com ponta arredondada e lisa com dimensão proporcional à largura da junta.

Os pisos cerâmicos recém rejuntados não devem ser submetidos ao caminhamento de pessoas ou qualquer outra solicitação mecânica, sendo que, logo após a execução do rejuntamento, o piso externo deve permanecer coberto com manta de polietileno ou sacos de estopa umedecidos, durante pelo menos três dias.

Os rejuntamentos recém aplicados devem ser hidratados por dois dias, umedecendo-os com auxílio de broxas ou vaporizadores pela manhã e à tarde, porém sem excesso de água, pois pode ocorrer a lavagem superficial do pigmento do rejuntamento. Esse procedimento permite a cura úmida da argamassa de rejuntamento, deixando-a mais resistente, menos permeável, mais lavável e com cores mais firmes.

As juntas de movimentação, de dessolidarização e estruturais devem ser executadas após a verificação das condições de preparação das juntas a serem preenchidas com selantes (juntas com bordas regulares, secas, limpas e totalmente

desobstruídas), das condições do material de enchimento (natureza, estado de umidade e altura da camada) e de todas as condições de aplicação dos selantes (imprimação preliminar, altura da camada, acabamento superficial do selante e proteção lateral das juntas), para que não ocorra a impregnação das placas cerâmicas pelo selante. Essas juntas devem ser executadas como nas figuras 9, 10 e 11.

3.7.2 Avaliação da Sexta Etapa e a Ferramenta da Qualidade Utilizada

A mão-de-obra de maior capacidade e cuidado com o acabamento final deve ser empregada nesta etapa, cuja avaliação está associada a indicadores de capacitação. O cuidado com a perfeição e a beleza, ou seja, com o aspecto visual dos revestimentos cerâmicos, presentes nessa etapa, também relacionam a sua avaliação com indicadores de qualidade, proporcionando a satisfação dos usuários e a adequação ao fim a que se destinam.

A ferramenta da qualidade utilizada para a avaliação desta etapa é a lista de verificação, dada pela ficha de verificação da conformidade dos serviços (FVCS) correspondente.

A condição de aceite e conformidade depende de respostas positivas às suas seis fases e da verificação das condições de acabamento final dos rejuntamentos, registradas na FVCS. A cada 20 m² de rejuntamento executado, proceder-se a verificação das juntas, as quais deverão estar totalmente preenchidas e alisadas, sem excessos e restos de rejuntamento impregnados. Se houver algum furo nas juntas (falta de rejuntamento), o mesmo deve ser preenchido imediatamente. Se alguma placa cerâmica estiver impregnada com rejuntamento, deverá se proceder nova limpeza. Caso a placa cerâmica com impregnação de rejuntamento não limpe com produtos de limpeza comuns, consultar o fabricante da placa e dos rejuntamentos. Se o acabamento da argamassa de rejuntamento que preenche as juntas de assentamento não estiver liso, deverá ser alisada com um pano úmido ou com uma espuma limpa e úmida. Deverá também ser testada a perfeita aderência e estanqueidade das juntas estruturais, de movimentação e de dessolidarização. Uma resposta negativa a qualquer das condições de conformidade desse item deve implicar em ações corretivas imediatas, antes de passar à etapa seguinte.

3.8 Sétima Etapa: Proteção

A proteção do sistema de revestimento cerâmico recém terminado é constituída por uma única fase e deve ser executada para o mesmo não ser danificado durante outros serviços de acabamento, até a conclusão final da obra.

3.8.1 Fundamentos Técnicos da Sétima Etapa de Acordo com Normas Brasileiras

Na prática, é muito comum que as placas cerâmicas que compõem o revestimento fiquem vários dias, ou até semanas, impregnados de barro, restos de argamassas e respingos de tintas, entre outros. Gera-se um “encardimento”, principalmente em placas cerâmicas com menos brilho e/ou para alto tráfego, inúmeras vezes extremamente difícil de serem recuperadas sem utilização de produtos químicos para limpeza, à base de ácidos, procedimento não recomendado pelas normas brasileiras, pois podem causar danos irreversíveis ao esmalte e ao acabamento superficial das placas cerâmicas.

Assim, o revestimento cerâmico recém concluído deve permanecer coberto com mantas de polietileno, sacos de estopa, serragem, papelão ou outros. Não deve ser empregada areia ou material impregnado de areia para proteção, pois pode resultar em riscos nas placas cerâmicas. Em caso de grande circulação de pessoas, particularmente em escadas, podem ser empregados, como proteção, sacos de estopa impregnados com gesso.

Mesmo com proteção, o revestimento só deve ser exposto ao tráfego de pessoas preferencialmente depois de transcorridos sete dias após o rejuntamento. O revestimento recém concluído deve ser protegido contra respingos de tintas, óleos, solventes, argamassas ou quaisquer materiais abrasivos; não se deve permitir que equipamentos sejam arrastados diretamente em contato com as placas cerâmicas, pois podem causar riscos superficiais e danos irreversíveis às mesmas e comprometer a qualidade do sistema.

3.8.2 Avaliação da Sétima Etapa e a Ferramenta da Qualidade Utilizada

A fiscalização da aplicação dos procedimentos de proteção, principalmente dos pisos cerâmicos recém executados, é um importante indicador de qualidade do

processo de execução do sistema de revestimento cerâmico, cuja avaliação e condição de aceite deve ser rigorosa, exigindo o cumprimento dos procedimentos da NBR 13753 (1996). Assim, fica garantida a integridade do piso até o final da obra.

A ferramenta utilizada para avaliar e garantir a qualidade da sétima etapa é a lista de verificação, dada pela ficha de verificação da conformidade dos serviços (FVCS) correspondente. O seu preenchimento com respostas positivas aos procedimentos de sua única fase é a sua condição de aceite e de conformidade.

3.9 Oitava Etapa: Avaliação dos Serviços Finais

Nesta etapa, são realizados os procedimentos das duas fases a seguir:

- a) limpeza final do sistema de revestimento cerâmico e liberação para uso;
- b) avaliação final dos trabalhos, comparando-os com os critérios de conformidade das NBR 13753 (1996), da NBR 13754 (1996) e de NBR 13755 (1996), que fixam as tolerâncias de execução.

3.9.1 Fundamentos Técnicos da Oitava Etapa de Acordo com Normas Brasileiras

De acordo com a NBR 13753 (1996), NBR 13754 (1996) e NBR 13755 (1996), as tolerâncias de execução do sistema são relativas aos seguintes itens: cota, nível, caimento, planeza, alinhamento das juntas de assentamento e geometria das juntas de movimentação e dessolidarização.

3.9.1.1 Cota

A cota do piso acabado não deve apresentar diferença superior a 5 mm em relação à cota especificada no projeto. Em nenhuma hipótese a cota do piso poderá resultar superior à cota de pisos adjacentes não laváveis, tais como aqueles constituídos por tacos de madeira ou carpetes.

3.9.1.2 Nível

Os pisos projetados em nível não devem apresentar desníveis maiores que $L/1000$ nem maiores que 5 mm, sendo "L" o comprimento total considerado.

3.9.1.3 Caimento

O caimento de pisos de ambientes molháveis não deve ser inferior ao especificado em projeto, admitindo-se uma tolerância de + 10% em relação ao valor especificado.

3.9.1.4 Planeza

Na verificação da planeza do revestimento devem ser consideradas as irregularidades graduais e os ressaltos entre as placas cerâmicas.

As irregularidades graduais não devem superar 3 mm em relação a uma régua com 2 m de comprimento.

Os ressaltos entre as placas cerâmicas contínuas ou desníveis entre partes do revestimento contínuo a uma junta de movimentação ou uma junta estrutural, não devem ser maiores que 1 mm.

3.9.1.5 Alinhamento das Juntas de Assentamento

Não deve haver afastamento maior que 1 mm entre as bordas de placas cerâmicas teoricamente alinhadas e a borda de uma régua de 2 m de comprimento, faceada com as placas cerâmicas das extremidades da régua.

3.9.1.6 Geometria das Juntas de Movimentação e de Dessolidarização

As juntas de dessolidarização devem estar presentes em todos os locais previstos no projeto. Sua largura não deve apresentar afastamento maior que 2 mm em relação ao valor especificado no projeto.

A largura da junta de movimentação não deve diferir em mais do que 2 mm em relação à largura especificada no projeto, sendo que as bordas das placas cerâmicas assentadas na região da junta devem estar perfeitamente alinhadas, não se aceitando irregularidades graduais maiores que 2 mm em relação a uma régua com 2 m de comprimento. O deslocamento horizontal do eixo da junta de movimentação em relação à posição indicada no projeto não deve exceder um ângulo com tangente igual a 1:350.

Quando houver junta estrutural, sua largura e sua posição devem ser rigorosamente obedecidas na junta executada no piso.

3.9.1.7 Avaliação da Oitava Etapa e a Ferramenta da Qualidade Utilizada

A avaliação e aceite desta etapa consiste em comparar o resultado final dos trabalhos com as tolerâncias de execução do sistema de revestimento cerâmico, listados nos itens 3.9.1.1 a 3.9.1.6 e registrá-los na ficha de verificação da conformidade dos serviços (FVCS) correspondente, com respostas positivas. A FVCS é a lista de verificação, ferramenta da qualidade utilizada.

Estão associados a esta etapa indicadores de qualidade dos acabamentos, que resultam na satisfação dos usuários finais.

O revestimento executado em desacordo com os critérios dos itens 3.9.1.1 a 3.9.1.6 deve ser reexecutado ou reparado.

Todo revestimento reexecutado ou reparado deve ser novamente submetido à inspeção. O revestimento reavaliado deve ser aceito se os reparos efetuados colocarem-no em conformidade com o disposto nos critérios dos itens 3.9.1.1 a 3.9.1.6, registrados novamente na FVCS da etapa, com respostas positivas.

3.10 Nona Etapa: Avaliação e Controle do Processo e Redefinição do Projeto e do Modelo

A fases da nona etapa são:

- a)** controle do processo;
- b)** redefinição do projeto e do modelo, se necessários.

3.10.1 Fundamentos Técnicos da Nona Etapa

Deve-se efetuar a verificação se todos os itens inspecionados foram transcritos em formulários adequados, que representam as listas de verificação do processo, onde são citados os indicadores relacionados com cada etapa do modelo de gerenciamento da execução do sistema e usados como instrumentos para as avaliações de cada etapa.

A dinâmica do processo pode provocar a redefinição do projeto ou do modelo, constituindo-se em uma etapa que se desenvolve em paralelo com a execução dos trabalhos, não constituindo propriamente uma fase de projeto. Pode ser considerada como atividade eventual de fiscalização, de correções e ajustes das

especificações anteriormente estabelecidas.

Espera-se que grande parte das especificações iniciais se mantenham. No entanto, em função das características próprias da construção civil, a implantação de correções e redefinições, até mesmo nos últimos estágios das atividades de execução é uma dinâmica necessária e, inúmeras vezes, de grande frequência.

Segundo Paladini (2000:84), a característica básica da “qualidade de conformação é o esforço para o pleno atendimento às especificações de projeto, ou seja, a qualidade definida em termos do processo de produção”. A redefinição do projeto não significa, necessariamente, na execução do sistema de revestimento, falta de qualidade de conformação. A execução do sistema de revestimento resulta em um produto único e a redefinição do projeto torna-se importante como ferramenta para o planejamento da execução dos revestimentos em outras obras e/ou outros ambientes, os quais podem ter novas redefinições em seus projetos, porém atendendo sempre aos requisitos do usuário final.

3.10.2 Avaliação da Nona Etapa e a Ferramenta da Qualidade Utilizada

A nona etapa deve ser avaliada a partir da verificação do cumprimento de suas duas fases, relacionadas com indicadores de desempenho global e de qualidade.

O aceite dessa etapa e, conseqüentemente, o término dos trabalhos de execução do sistema de revestimento cerâmico e da aplicação do modelo, ocorre com respostas positivas às suas duas fases.

A ferramenta da qualidade utilizada nesta avaliação é a lista de verificação, dada pela ficha de verificação da conformidade dos serviços (FVCS) correspondente, onde devem ser registradas as respostas individuais das duas fases da etapa.

3.11 Avaliação do Modelo de Gerenciamento Proposto

A avaliação global do modelo de gerenciamento proposto e os resultados finais dos trabalhos práticos de execução do sistema de revestimento cerâmico devem ser feitos a partir de uma análise detalhada de todas as etapas do processo,

inserindo cada uma delas no ciclo PDCA adaptado para o mesmo (item 2.5) e considerando os seguintes aspectos:

- a eficiência do modelo, destacando aspectos relevantes, como as dificuldades ocorridas e as suas principais contribuições;
- o controle efetivo e a avaliação de todas as tarefas do processo, mostrando a viabilidade do modelo proposto;
- a mão-de-obra, destacando as dificuldades da equipe e o impacto na produtividade em um primeiro momento quando da adoção do modelo proposto;
- a certeza da eliminação de defeitos e falhas construtivas, garantindo maior estabilidade e durabilidade do sistema;
- os trabalhos prontos, mostrando os locais onde o modelo foi aplicado.

No capítulo seguinte, é feita a aplicação prática do modelo proposto, rigorosamente de acordo com a fundamentação teórica do capítulo 2 e os procedimentos do capítulo 3.

CAPÍTULO 4 APLICAÇÃO PRÁTICA DO MODELO

O modelo foi aplicado, na íntegra, três vezes, para confirmar a sua viabilidade e para obter credibilidade para o mesmo, como sendo uma nova ferramenta para a melhoria da qualidade e da durabilidade dos acabamentos executados com placas cerâmicas nas construções atuais, além de maior padronização e otimização do processo de execução do sistema de revestimento cerâmico.

4.1 O Local da Aplicação Prática

O local escolhido para a aplicação prática do modelo foi o Edifício Le Monde, em fase de acabamento na área central da Cidade de Cascavel, Estado do Paraná, um dos empreendimentos atuais da Jota Ele Construções Civis Ltda.

4.1.1 A Construtora JL

A Jota Ele Construções Civis Ltda, conhecida simplesmente por JL, é uma das principais construtoras do Oeste do Paraná. Em seu curriculum constam cerca de 300.000,00 m² de área construída, principalmente nos Estados do Paraná, de São Paulo e do Rio Grande do Sul, entre obras públicas, particulares, destinadas ao lazer e empreendimentos executados com capital próprio, onde figuram 40 edifícios, como o Le Monde, em fase final de construção.

Detentora do Certificado ISO 9002, a JL sempre apoiou ações que visam a melhoria da qualidade na construção civil e cedeu três ambientes da área de lazer, localizada no andar térreo do Edifício Le Monde, além das ferramentas e da mão-de-obra necessária à aplicação prática deste trabalho.

4.1.2 O Edifício Le Monde

O Edifício Le Monde, figura 15, é um empreendimento arrojado, construído a partir de um projeto arquitetônico sofisticado e espaços internos concebidos de forma inteligente, como todo empreendimento com a marca JL. Localizado em um dos pontos mais nobres e valorizados da Cidade de Cascavel, com 19 pavimentos, sendo o subsolo destinado a garagens, com duas vagas por apartamento.

O térreo é destinado à segurança e ao lazer, composto por uma guarita de segurança, duas áreas para entrada, uma social e uma de serviço, central de gás, área de serviço, instalações sanitárias, portão e porteiros eletrônicos para acesso e uma ampla área de lazer. A área de lazer é composta de sala de jogos, sala de ginástica, sauna, salão de festas com cozinha e lavanderia, churrasqueira, piscina, quadra de esportes, “playground” e instalações sanitárias masculina e feminina.

Nos outros 17, existem dois apartamentos por pavimento. Cada apartamento tem quatro quartos, sendo duas suítes e uma delas com quarto de vestir e banheira de hidromassagens, salas de estar, jantar e íntima, bar, duas sacadas, sendo uma com churrasqueira, cozinha e sala de refeições, banheiro social, lavabo, área de serviço, despensa e dependências para empregada (quarto e banheiro). Cada apartamento tem uma área total de 305,57 m².

Figura 15 – O Edifício Le Monde, em fase de acabamentos



4.1.3 Os Ambientes Onde o Modelo Foi Aplicado

A Aplicação prática do modelo foi executada em três ambientes do pavimento térreo, que são: a sala de jogos, a lavanderia e um dos banheiros coletivos da área de lazer.

4.1.4 Os Materiais Utilizados na Aplicação Prática

Todo o material cerâmico, composto por placas cerâmicas para pisos e revestimentos de paredes, faixas e tozetos para pisos e listelos decorativos para paredes foram doados pela Cerâmica Gyotoku Ltda, indústria localizada na Cidade de Suzano, Estado de São Paulo. Todo o material cerâmico utilizado é certificado pelo CCB e pelo Inmetro, o que significa que cumpre os requisitos de qualidade estabelecidos Norma Internacional ISO 13006 e ISO DIS 10545, equivalentes à NBR 13818 (1997).

Todas as argamassas de assentamento e rejuntamento e o selante à base de poliuretano das juntas de movimentação foram doados pela ABCCO-Rejuntabrás Indústria e Comércio Ltda, indústria localizada na Cidade de Itaquaquecetuba, Estado de São Paulo. Todas as argamassas colantes utilizadas cumprem as Normas Brasileiras vigentes do setor e as argamassas de rejuntamento são de excelente qualidade, conhecidas e aprovadas pelo mercado nacional da construção civil. As argamassas de rejuntamento são à base de cimento e à base de resinas epoxídicas.

O selante à base de poliuretano utilizado nas juntas de dessolidarização foi doado pela Comercial e Industrial Denver Global Ltda, indústria de produtos químicos para a construção civil, localizada na Cidade de Suzano, Estado de São Paulo.

Outros materiais utilizados, como o cordão de polietileno expandido usado como berço para os selantes de poliuretano das juntas de movimentação e de dessolidarização, fitas adesivas, álcool e ferramentas, foram adquiridos no mercado local.

A figura 16 traz os principais materiais utilizados na aplicação prática deste trabalho.

Figura 16 – Materiais utilizados



4.2 A Aplicação Prática

A Aplicação prática foi executada de acordo com o modelo proposto no item 3.1 deste trabalho, com os procedimentos descritos nos itens 3.2 a 3.10, utilizando-se para controle do modelo a ficha do subitem 2.7.1.

4.2.1 Aplicação da Primeira Etapa: Elaboração do Projeto do Sistema

Os projetos dos sistemas de revestimento cerâmico para a sala de jogos, para a lavanderia e para um banheiro coletivo do pavimento térreo do Edifício Le Monde foram elaborados pelo autor deste trabalho, o Engenheiro Civil Jorge de Jesus Chrun, profissional habilitado, portador do CREA nº 16.656 – D PR. Suas formas e características foram definidas a partir das recomendações e especificações constantes no subitem 3.2.1 deste trabalho.

Foram elaborados separadamente os projetos dos três ambientes, sendo esta a condição de aceite e de conformidade da primeira etapa para cada um deles, avaliada a partir de indicadores de capacitação e de desempenho global do

processo. Os projetos estão nas páginas a seguir, satisfazendo as fases de **a a g** do subitem 3.1.1.2 deste trabalho, com avaliação e controle na lista de verificação desta etapa, dada pela FVCS nº 1.

4.2.1.1 O Projeto da Sala de Jogos

A figura 17 traz as dimensões da sala de jogos e a figura 18 a paginação ou decoração do piso, além da localização das juntas de movimentação.

A área e as medidas de juntas da sala de jogos é a seguinte:

- área de piso + rodapé = 70,02 m² + 10 % (perdas) = 77,02 m²;
- largura da junta de assentamento = 7 mm;
- comprimento total das juntas de movimentação = 18,15 m;
- comprimento total das juntas de dessolidarização = 40,40 m.

Materiais a serem utilizados e a previsão das quantidades:

- piso = 76,80 m² de piso Pietra Reale Jade, tamanho 41,8x41,8, de fabricação da Cerâmica Gyotoku Ltda;
- complementos cerâmicos: 29 peças de faixas Oregon Green, tamanho 14x41,8 e 1 peça de tozeto Oregon Green, tamanho 14x14, ambos de fabricação da Cerâmica Gyotoku Ltda;
- argamassa colante: 30 sacos de 20 kg de Ceramicola PF, tipo AC II, de fabricação da ABCCO-Rejuntabrás Indústria e Comércio Ltda;
- argamassa de rejuntamento à base de cimento para juntas de assentamento: 6 baldes de Maxijunta, de fabricação da ABCCO-Rejuntabrás Indústria e Comércio Ltda;
- argamassa de rejuntamento à base de poliuretano para juntas de movimentação: 3 kg de Juntaflex cor cinza, de fabricação da ABCCO-Rejuntabrás Indústria e Comércio Ltda;
- argamassa de rejuntamento à base de poliuretano para juntas de dessolidarização: 5 kg de Denverflex PU 330, da marca Comercial e Industrial Denver Global Ltda;
- material flexível para utilização nas juntas de movimentação e de dessolidarização, como berço para o selante de poliuretano: 64,00 m de cordão de polietileno expandido marca Maxpro, diâmetro 10 mm.

Figura 17 – Dimensões da sala de jogos

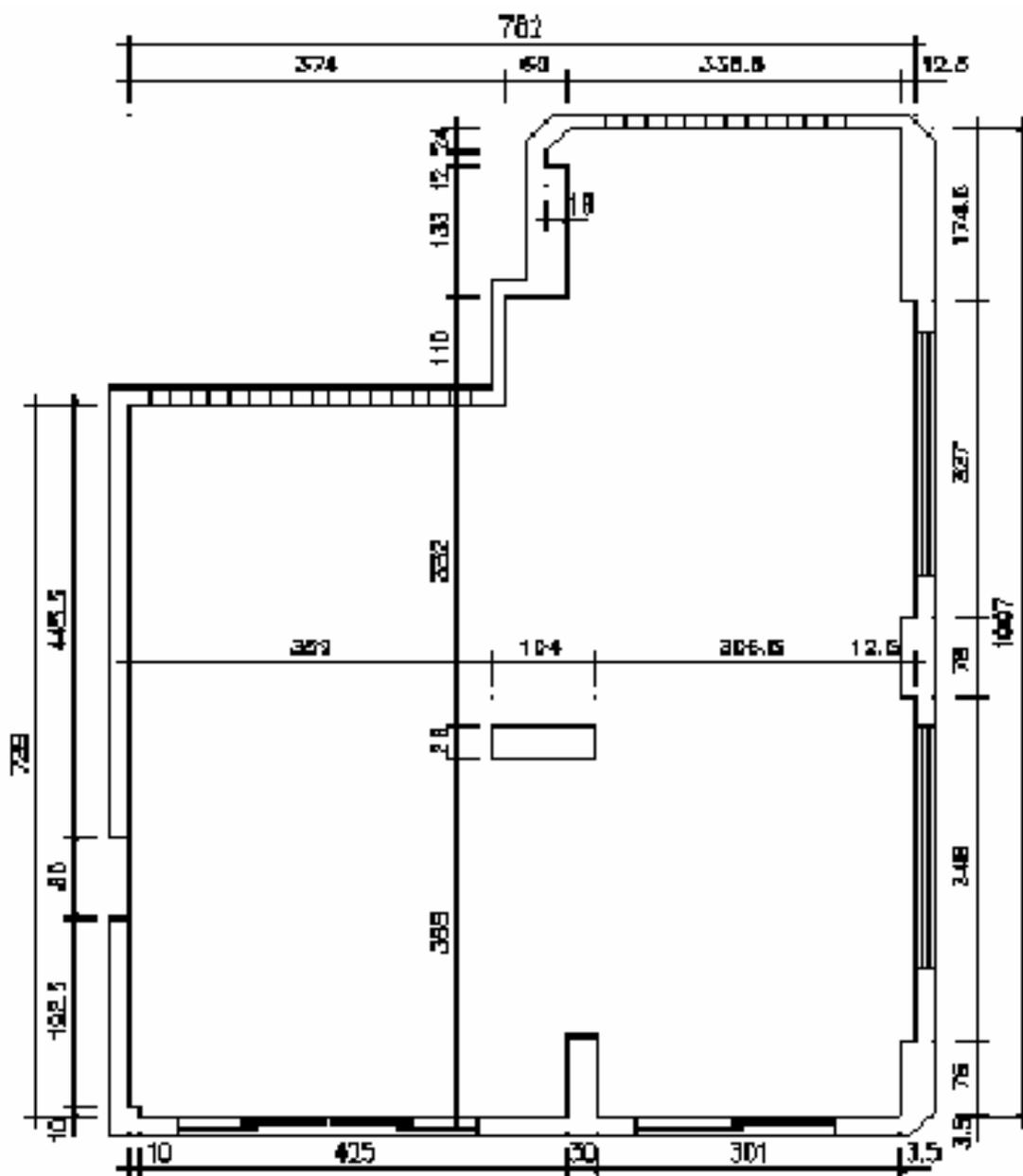
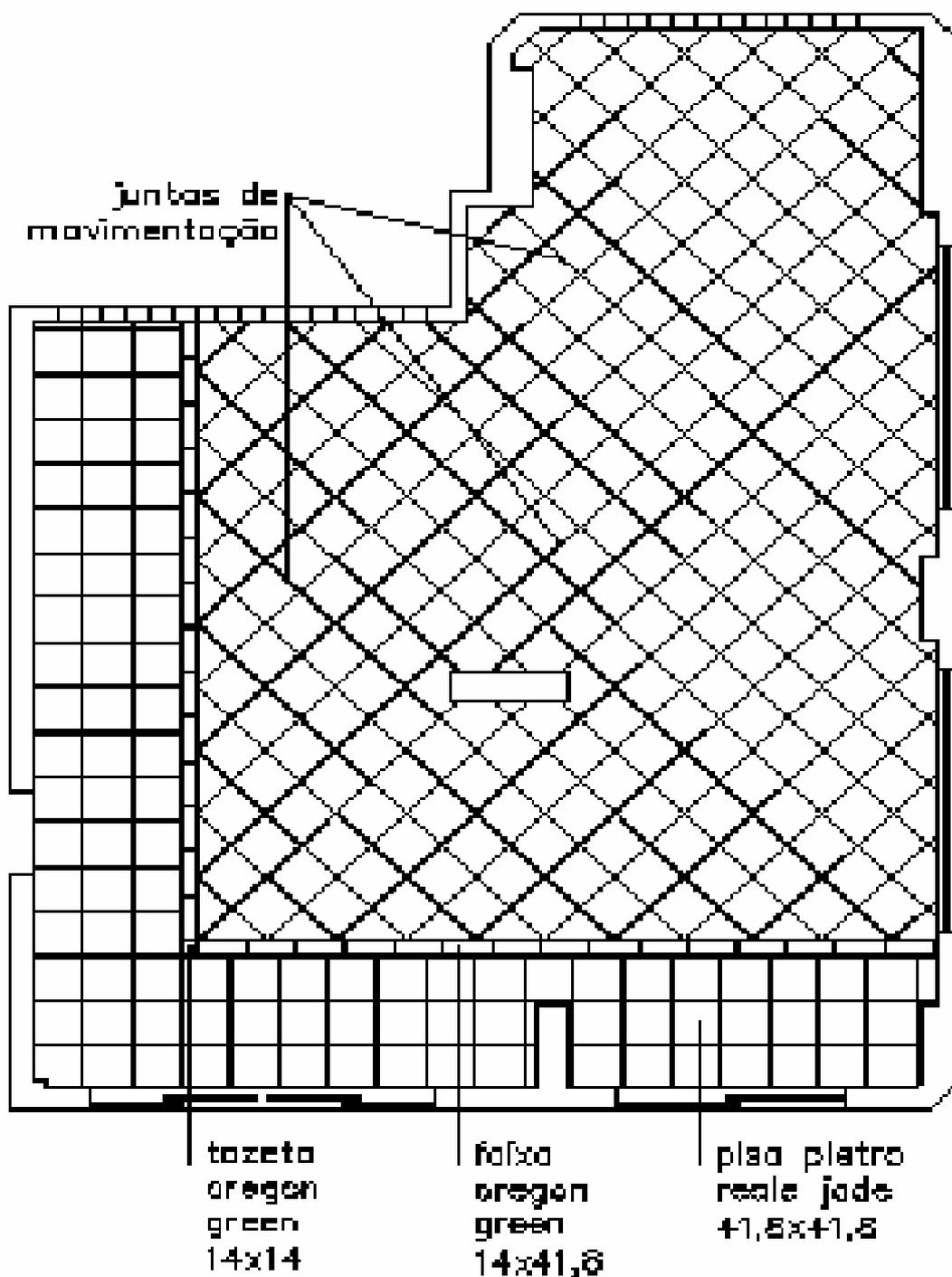


Figura 18 – Paginação da sala de jogos



4.2.1.2 Projeto da Lavanderia

Na figura 19 estão as dimensões da lavanderia e as referências para as paginações das paredes. Na figura 20 está a paginação do piso. As paginações das paredes estão nas figuras 21, 22, 23 e 24.

Figura 19 – Dimensões da lavanderia

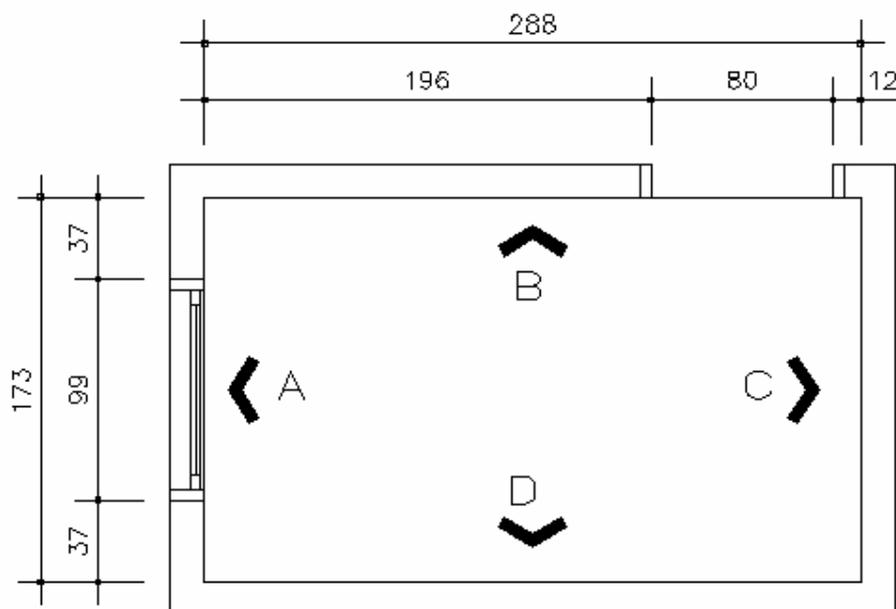


Figura 20 – Paginação do piso da lavanderia

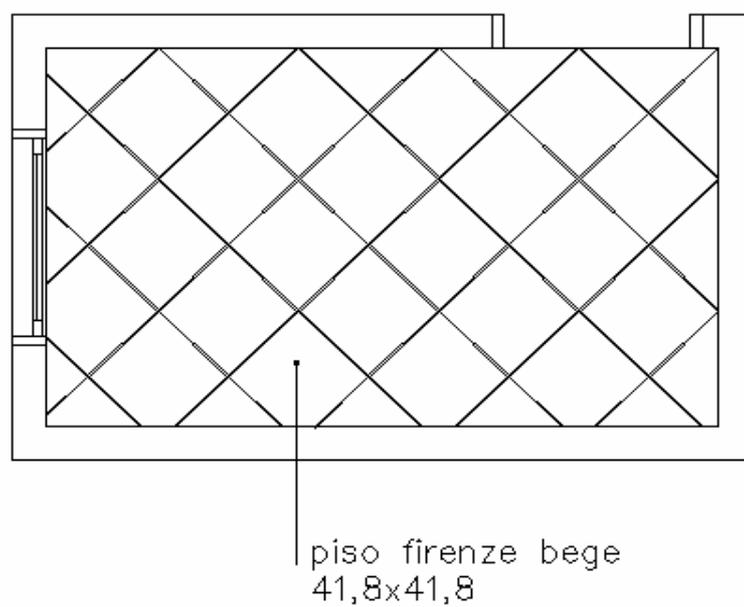


Figura 21 – Paginação da vista A da lavanderia

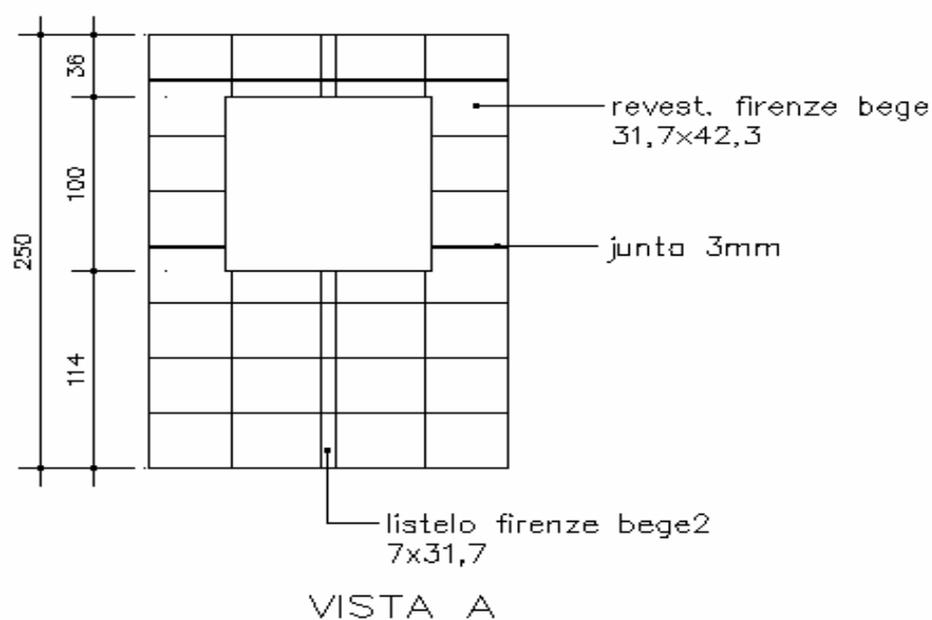


Figura 22 – Paginação da vista B da lavanderia

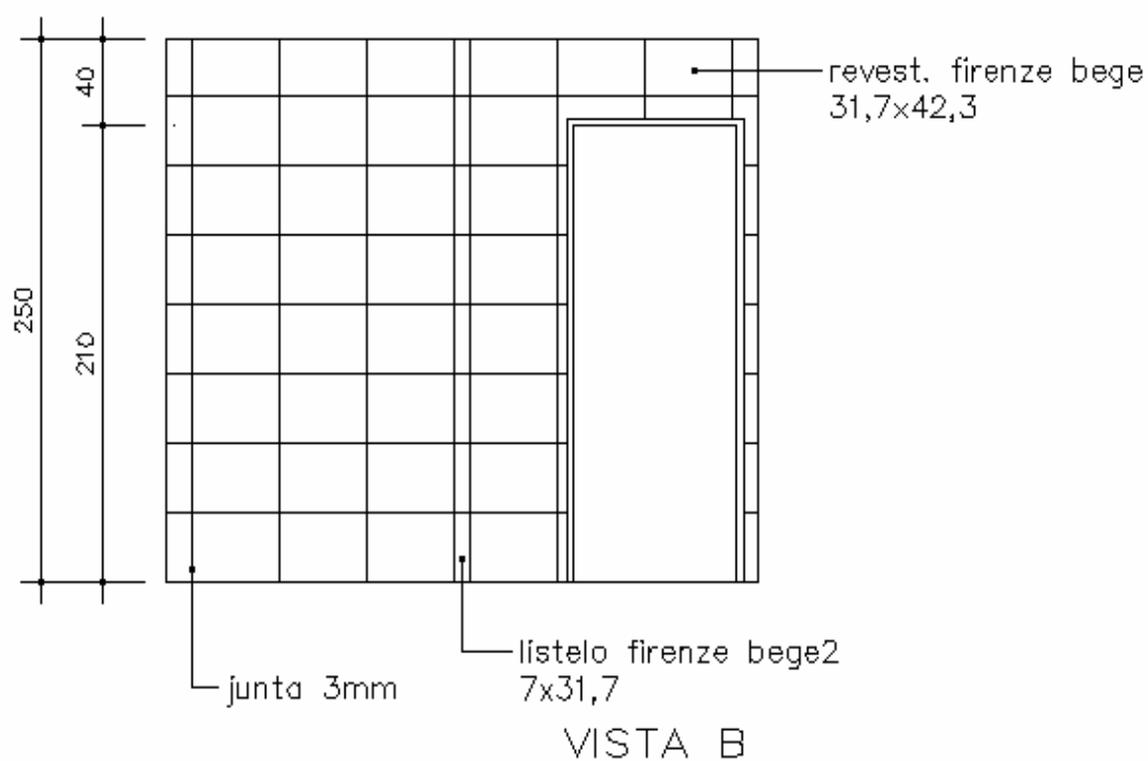
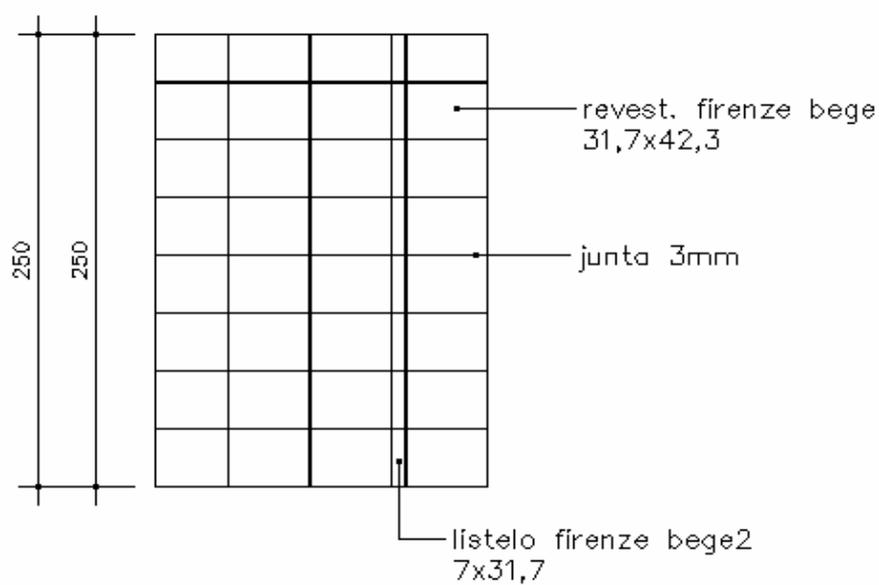
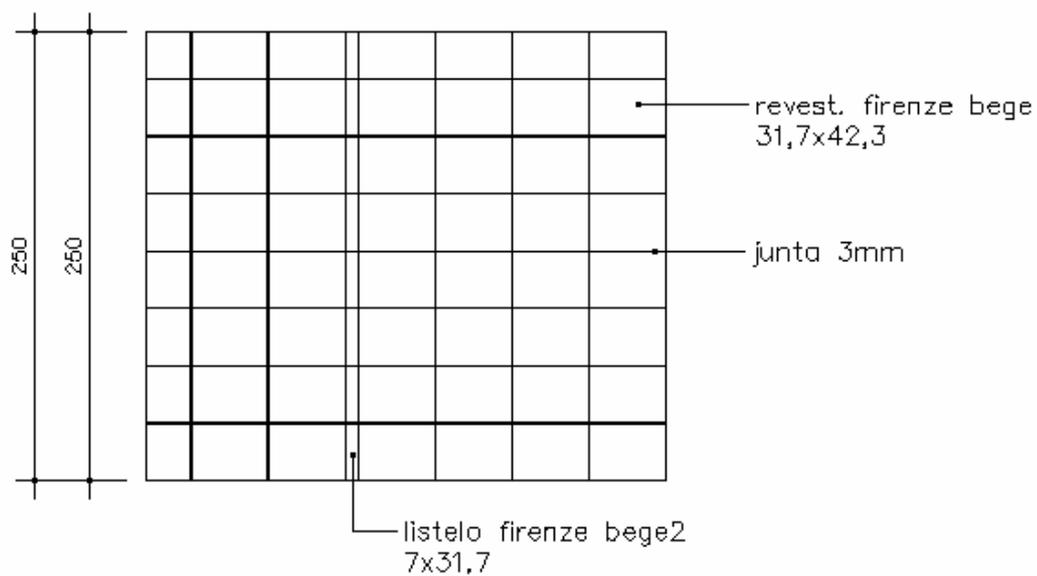


Figura 23 – Paginação da vista C da lavanderia



VISTA C

Figura 24 – Paginação da vista D da lavanderia



VISTA D

As áreas e as medidas da lavanderia são as seguintes:

- área do piso = $4,98 \text{ m}^2 + 10 \% \text{ (perdas)} = 5,48 \text{ m}^2$;
- área das paredes = $20,38 \text{ m}^2 + 10 \% \text{ (perdas)} = 22,42 \text{ m}^2$;
- largura das juntas de assentamento de piso = 7 mm;
- largura das juntas de assentamento de paredes = 3 mm;
- comprimento total das juntas de dessolidarização = 19,22 m.

Os materiais a serem utilizados e as quantidades são:

- piso: $6,40 \text{ m}^2$ (4 caixas) de piso Firenze Bege, tamanho $41,8 \times 41,8$, de fabricação da Cerâmica Gyotoku Ltda;
- revestimento de parede: $22,50 \text{ m}^2$ (15 caixas) de azulejo Firenze Bege, tamanho $31,7 \times 42,3$, de fabricação da Cerâmica Gyotoku Ltda;
- complementos cerâmicos: 32 peças de listelos Firenze Bege 2, tamanho $7 \times 31,7$, de fabricação da Cerâmica Gyotoku Ltda;
- argamassa colante: 11 sacos de 20 kg de Ceramicola AZ, tipo AC-I, de fabricação da ABCCO-Rejuntabrás Indústria e Comércio Ltda;
- rejuntamento à base de cimento para as juntas de assentamento: 5 kg de Maxijunta cor marfim para piso e 10 kg de Maxijunta cor branca para as paredes, produto de fabricação da ABCCO-Rejuntabrás Indústria e Comércio Ltda;
- rejuntamento à base de poliuretano para as juntas de dessolidarização: 3,60 kg de Denverflex PU 330, produto da marca Comercial e Industrial Denver Global Ltda;
- material flexível para utilização nas juntas de dessolidarização, como berço para o selante de poliuretano: 10,00 m de Maxpro, cordão de polietileno expandido, de fabricação da MaxFoam do Brasil Ltda.

4.2.1.3 Projeto do Banheiro Coletivo

As dimensões do banheiro coletivo estão na figura 25. A figura 26 mostra a paginação do piso e as figuras 27, 28, 29 e 30 as paginações das paredes.

Figura 27 – Paginação da vista A do banheiro coletivo

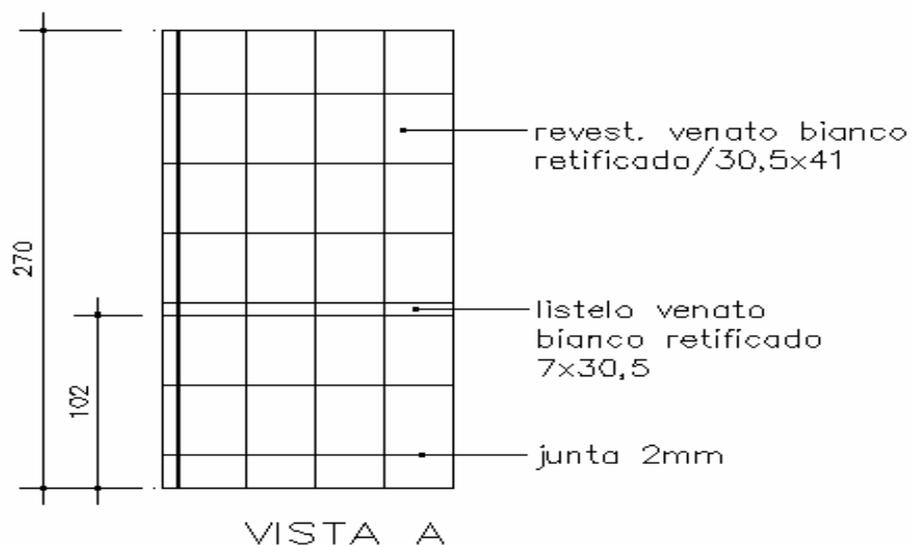


Figura 28 – Paginação da vista B do banheiro coletivo

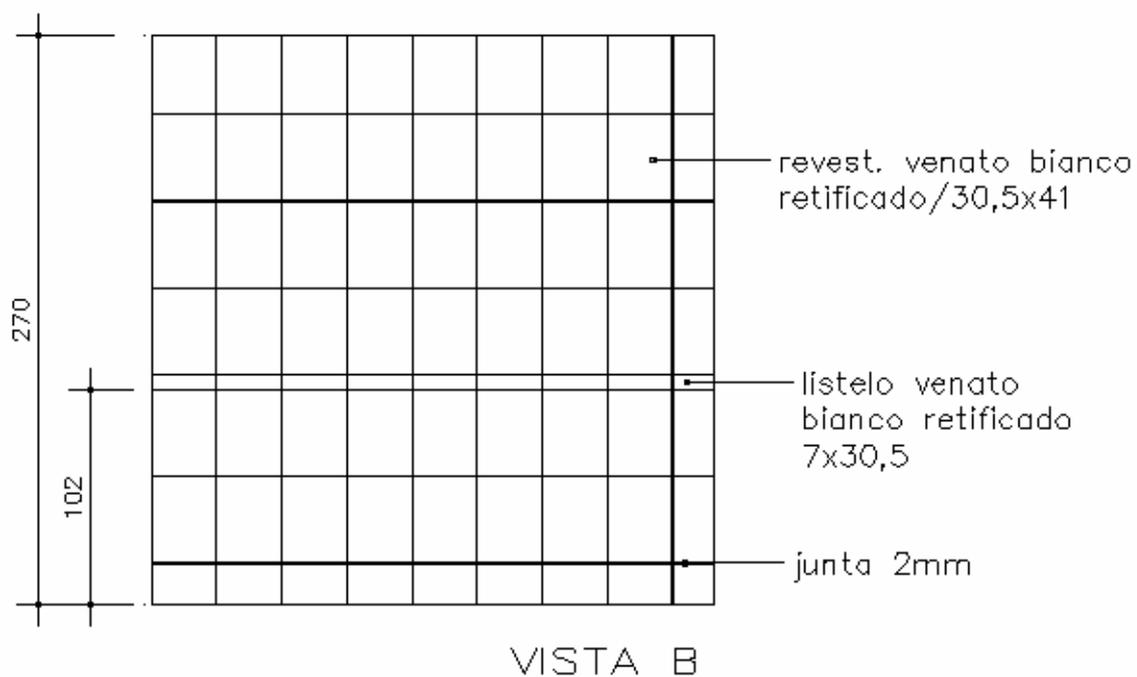


Figura 29 – Paginação da vista C do banheiro coletivo

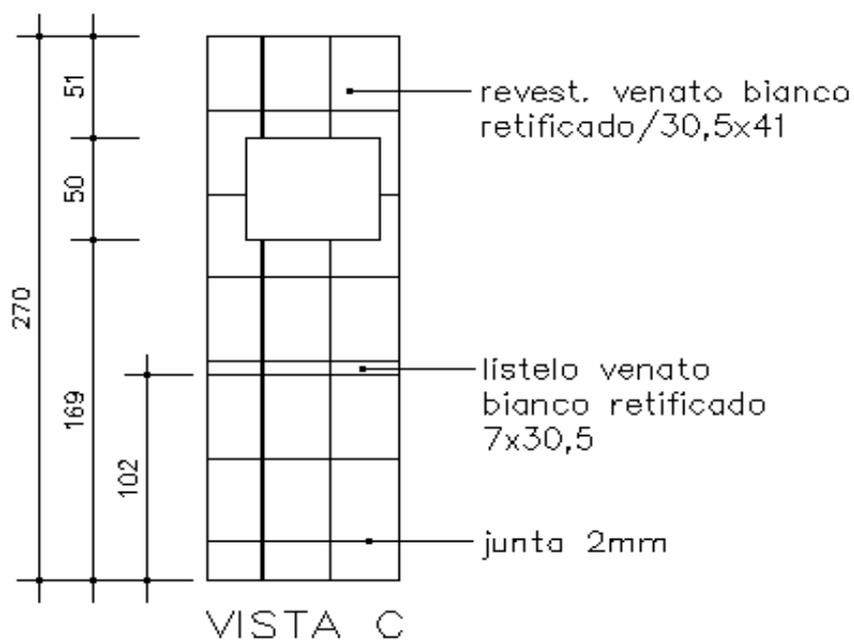
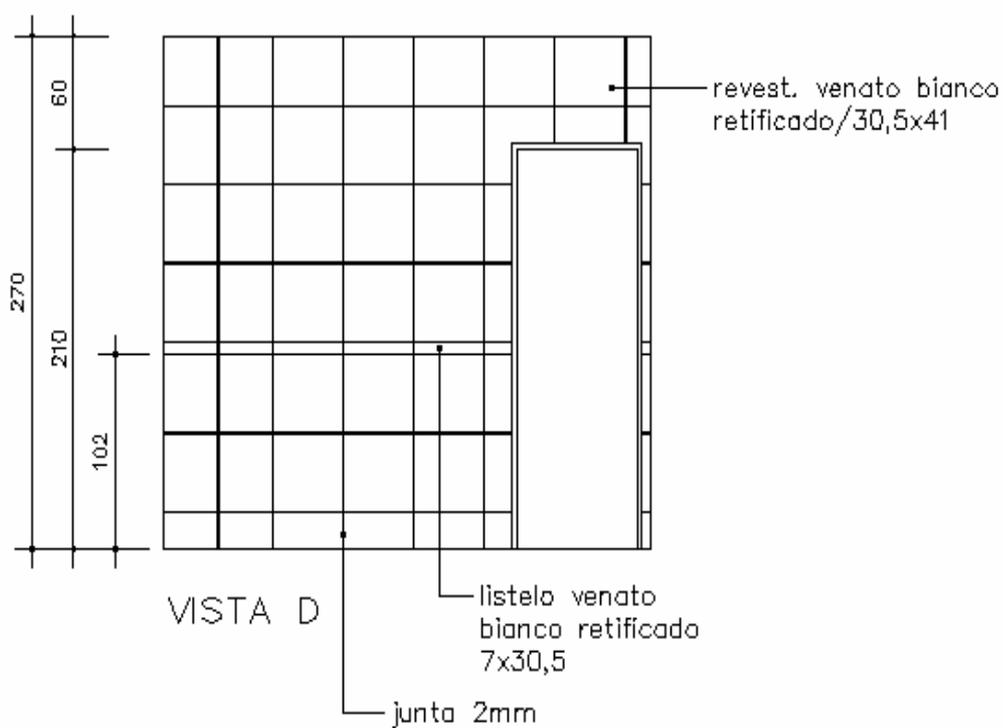


Figura 30 – Paginação da vista D do banheiro coletivo



Áreas do banheiro coletivo:

- área de piso: $3,34 \text{ m}^2 + 10 \% \text{ (perdas)} = 3,67 \text{ m}^2$;
- área de parede: $19,10 \text{ m}^2 + 10 \% \text{ (perdas)} = 21,00 \text{ m}^2$;
- largura das juntas de assentamento para o piso e para a parede: 2 mm (por serem produtos retificados);
- comprimento das juntas de dessolidarização: 23,60 m.

Materiais a serem utilizados no banheiro coletivo e as quantidades:

- piso: 4,50 m² (3 caixas) de piso Venato Bianco Retificado, tamanho 41x 41, de fabricação da Cerâmica Gyotoku Ltda;
- parede: 21,00 m² (14 caixas) de azulejo Venato Bianco Retificado, tamanho 30,5x41, de fabricação da Cerâmica Gyotoku Ltda;
- complementos: 25 listelos Venato Bianco Retificado 1, tamanho 7x30,5, de fabricação da Cerâmica Gyotoku Ltda;
- argamassas colantes: 2 sacos de 20 kg de Ceramicola PF, tipo AC II, para o piso e 8 sacos de 20 kg de Ceramicola AZ, tipo AC I, para as paredes, ambas de fabricação da ABCCO- Rejuntabrás Indústria e Comércio Ltda;
- rejuntamento à base de resina epóxi: 4 kg de Superjunta EP, cor branca, de fabricação da ABCCO-Rejuntabrás Indústria e Comércio Ltda;
- argamassa de rejuntamento à base de poliuretano para as juntas de dessolidarização: 4, 50 kg de Denverflex PU 330, cor branca, da Comercial e Industrial Denver Global Ltda;
- cordão de polietileno expandido, base do poliuretano das juntas de dessolidarização: 23,60 m de Maxpro, diâmetro 10 mm, da empresa MaxFoam do Brasil Ltda.

4.2.2 Aplicação da Segunda Etapa: Avaliação dos Materiais e Ferramentas

Foram verificadas todas as condições para o aceite desta etapa, para os três ambientes, de acordo com as suas fases de **a** a **c**, todas avaliadas e com respostas positivas, associadas a indicadores da capacitação e de desempenho específico,

conforme a lista de verificação desta etapa, dada pela FVCS nº 2.

4.2.2.1 Diagrama de Causa e Efeito para a Segunda Etapa

Com todos os materiais e ferramentas disponíveis e devidamente acomodados no local dos trabalhos, estes não sofreram interrupções nem desperdícios de tempo e, conseqüentemente, de recursos. Para auxiliar nesse controle e propiciar condições ideais para os trabalhos, utilizou-se o diagrama de causa e efeito dado pela figura 31.

Figura 31 – Diagrama de causa e efeito para a segunda etapa



4.2.3 A Terceira Etapa: Serviços Preliminares

Foram verificadas todas as condições de aceite etapa e a etapa avaliada, satisfazendo positivamente as fases de **a** a **e**, associadas a indicadores de desempenho específico.

Foi preenchida a lista de verificação, a FVCS nº 3, relativa a esta etapa.

Aspectos relevantes da terceira etapa:

- a fixação dos batentes das portas, indicada como serviço preliminar, não foi executada em virtude da fixação das mesmas estar sendo feita utilizando-se espuma de poliuretano, com muitas vantagens, como a

rapidez dos trabalhos e a colocação simultânea dos batentes e portas. Tradicionalmente, colocam-se os batentes e, após alguns meses, as portas, quase sempre com batentes já danificados, com riscos e vestígios de pancadas de carrinhos e outros equipamentos utilizados pelos operários;

- a limpeza dos emboços foi executada raspando-se as paredes com desempenadeira metálica e escova de pêlos de piaçava, para retirada da poeira;
- a limpeza dos substratos de piso foi executada apenas com água em abundância, para retirada da poeira que estava em grande quantidade nos ambientes que receberam o revestimento cerâmico. Não haviam outras sujidades, como óleo, encardimento com terra, desmoldantes, e restos de massa de cimento.

4.2.4 Aplicação da Quarta Etapa: Controle da Preparação da pasta de Argamassa Colante

Nesta etapa, por não ser possível a preparação de grandes quantidades de pasta de argamassa colante, a mesma foi realizada várias vezes, sendo que depois de cada parte preparada, de um saco de argamassa colante (20 kg) por vez, a pasta foi aplicada de acordo com as condições da quinta etapa.

O preparo da pasta, a argamassa colante misturada com água, foi feito mecanicamente, como na fotografia da figura 32.

Figura 32 – Preparação mecânica da pasta de argamassa colante



As quatro fases da quarta etapa, de **a** a **d**, foram executadas rigorosamente de acordo com o item 3.5.1 deste trabalho e avaliadas, com respostas positivas a essas fases, associadas a indicadores de capacitação e de produtividade e anotadas na lista de verificação, dada pela FVCS nº 4.

4.2.5 Aplicação da Quinta Etapa: Controle da Colagem das Placas Cerâmicas

Essa etapa foi executada concomitantemente com a quarta etapa. Por

exemplo: enquanto esperava-se passar o tempo de maturação da argamassa colante, procedia-se a reprodução dos painéis e as paginações dos projetos. Após o reamassamento da pasta de argamassa colante, procedia-se a colagem das placas cerâmicas, conforme o item 3.6.1 deste trabalho.

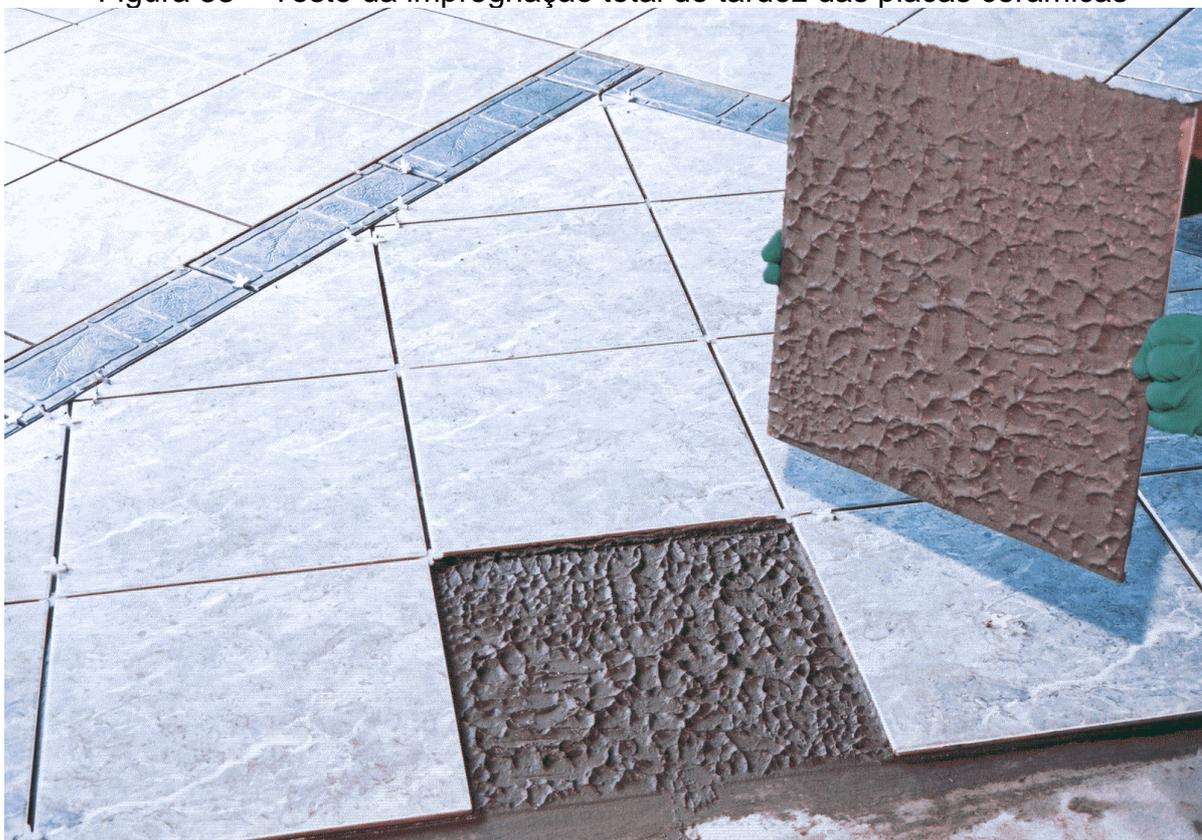
O aceite e a conformidade desta etapa deu-se com a avaliação e respostas positivas às suas quatro fases, de **a** a **d**, de acordo com o item 3.6.1 deste trabalho e a devida anotação na lista de verificação, dada pela FVCS nº5.

Fatos relevantes ocorridos na quinta etapa:

- os trabalhos práticos foram executados a partir da lavanderia, com o assentamento dos revestimentos de parede. Na verificação da impregnação total do tardo das placas cerâmicas com a pasta de argamassa colante, de acordo com o item 3.6.3, os trabalhos não foram aceitos nas duas primeiras tentativas, mesmo com utilização da colagem dupla;
- foi necessário o ajuste da desempenadeira denteada que, mesmo sendo a especificada na NBR 13.753 (1996), de 8 mm x 8 mm x 8 mm, não propiciou a impregnação total do tardo das placas cerâmicas, com a pasta de argamassa colante. Os dentes da desempenadeira denteada foram afundados de 8 mm para 10 mm. A desempenadeira denteada, nestas condições, com largura dos dentes de 8 mm e profundidade de 10 mm, foi utilizada até o término dos trabalhos;
- após o ajuste da desempenadeira denteada, a partir da terceira verificação da impregnação total do tardo das placas cerâmicas, todas as verificações foram aceitas, até o final dos trabalhos, nos três ambientes;
- foram executados 115,61 m² de revestimentos com placas cerâmicas, descontadas as áreas de portas e janelas, e gastos 920 kg de argamassa colante (26 sacos de 20 kg). Logo, o consumo médio foi de 7,96 kg/m², praticamente o consumo médio especificado pela NBR 13753 (1996), item 3.6.1, quadro nº 8 deste trabalho, que é de 8,0 kg/m²;

- as juntas de dessolidarização foram executadas nesta etapa, à medida que se faziam necessários os acabamentos entre piso e parede, entre duas paredes e entre piso e rodapé.

Figura 33 – Teste da impregnação total do tardo das placas cerâmicas



- A fotografia da figura 33 mostra a impregnação total do tardo das placas cerâmicas, procedimento executado em várias situações durante os trabalhos;
- Nas duas primeiras verificações da impregnação total do tardo das placas cerâmicas, nos primeiros 5 m² concluídos na lavanderia, foram constatadas desconformidades, os trabalhos foram repetidos e corrigidos com a aplicação do diagrama de causa e efeito para a quinta etapa.

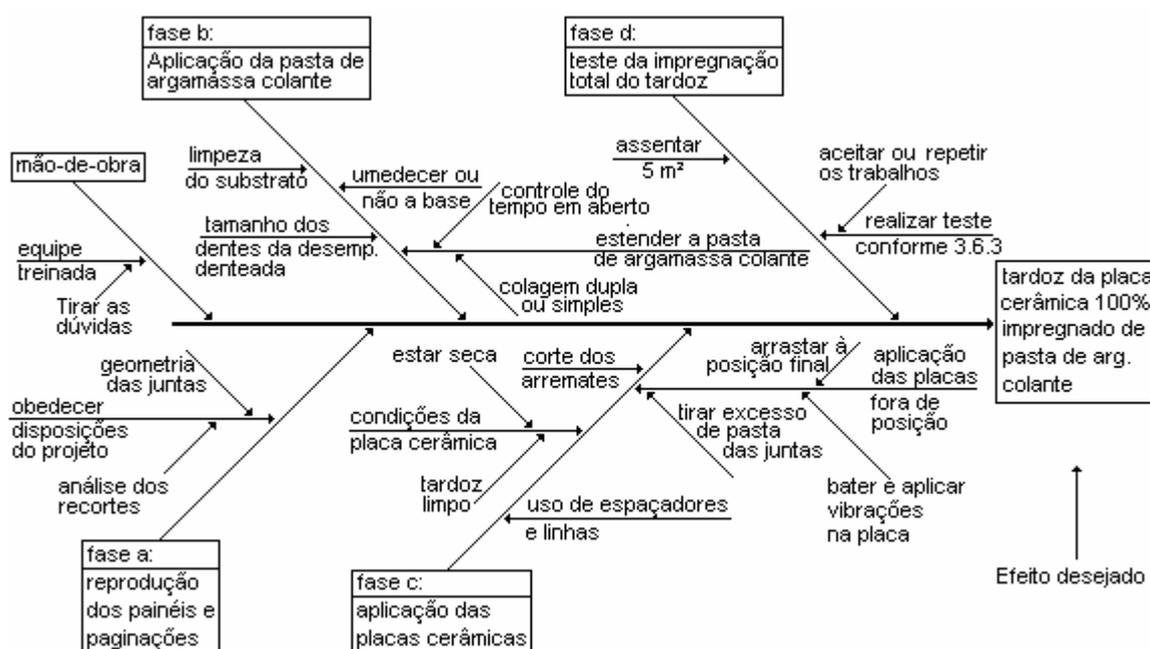
4.2.5.1 Diagrama de Causa e Efeito para a Quinta Etapa

A impregnação total do tardo das placas cerâmicas de argamassa colante é o efeito desejado e o mais importante desta etapa. Assim, como ferramenta para

melhor avaliação, o processo foi controlado com a elaboração do diagrama de causa e efeito da mesma, conforme a figura 34.

A utilização desse diagrama foi de grande importância e facilitou a eliminação das causas da não impregnação total do tardo de das placas, fato relacionado com a mão-de-obra dos trabalhos.

Figura 34 – Diagrama de causa e efeito para a quinta etapa



4.2.6 Aplicação da Sexta Etapa: Controle da Preparação e da Aplicação das Argamassas de Rejuntamento

Foram verificadas as condições de conformidade, de todas as fases, de **a** a **e**, avaliadas e com respostas positivas, associadas a indicadores de capacitação e de qualidade, conforme a FVCS n° 6, que constitui a lista de verificação, ferramenta da qualidade utilizada nesta etapa.

A execução das juntas do sistema iniciou-se com as juntas de dessolidarização, feitas no encontro de duas paredes e entre o piso e a parede no momento em que o assentamento do piso terminava, antes do assentamento do revestimento da parede ou do rodapé, ainda na quinta etapa, conforme fotografia da figura 35.

Figura 35 – Execução da junta de dessolidarização



Entre duas paredes, a junta de dessolidarização foi executada antes do início da segunda parede, após o término da primeira, para que a junta ficasse sob o revestimento. Em ambos os casos, foi introduzido um cordão de polietileno expandido na junta e, sobre este, o selante de poliuretano.

As juntas de assentamento foram executadas de acordo com o item 3.7.1 deste trabalho, começando pelas paredes da lavanderia e do banheiro. Posteriormente, procedeu-se o rejuntamento dos pisos dos três ambientes. Onde foi usado argamassa de rejuntamento à base de cimento, o mesmo foi mantido úmido por três dias. Devido às áreas dos pisos, somente na sala de jogos fez-se necessária a execução de juntas de movimentação, executadas após o preenchimento das juntas de assentamento. No substrato cortado com profundidade média de 25 mm e largura média de 8 mm, foi introduzido o cordão de polietileno expandido de 10 mm de diâmetro e, sobre este, o selante de poliuretano, conforme figura 36.

Figura 36 – Execução da junta de movimentação



4.2.7 Aplicação da Sétima Etapa: Proteção

Todos os pisos cerâmicos foram cobertos com mantas de polietileno e assim deverão ficar, normalmente, até o término da obra, protegidos de riscos, encardimentos e outras causas de danos nos mesmos, resultando um revestimento sem grandes problemas de limpeza quando da entrega para o uso, facilitando os trabalhos da etapa seguinte. A etapa, associada a indicadores de qualidade, foi avaliada e aceita. Foi preenchida a lista de verificação, dada pela FVCS nº7.

4.2.8 Aplicação da Oitava Etapa: Avaliação dos Serviços Finais

Os procedimentos de limpeza final e avaliação dos resultados, normalmente são feitos próximos da entrega da obra, quando até então os pisos devem ficar protegidos. Porém, para permitir a avaliação do método e concluir este trabalho, os procedimentos da oitava etapa foram executados e, logo após, novamente protegidos.

Procedeu-se a avaliação da etapa, com a verificação das fases **a** e **b**, associadas a indicadores de qualidade. Foi preenchida a lista de verificação, dada pela FVCS nº8.

Fatos relevantes ocorridos na oitava etapa:

- o controle do processo de aplicação, através dos controles parciais exercidos nas suas diversas etapas e fases, resultou em cuidados tomados com a limpeza dos rejuntamentos e a proteção do piso recém aplicado, permitindo que os procedimentos de limpeza final se tornassem extremamente fáceis, necessitando apenas de produtos de limpeza fracos e água;
- o controle passo a passo do processo também foi responsável pelo fato, sem dúvida, mais relevante deste trabalho, que foi a comparação com os critérios de conformidade e as tolerâncias estabelecidas nas normas brasileiras 13753 e 13754, respectivamente aplicáveis à trabalhos executados com argamassas colantes em pisos (externos e internos) e paredes internas. Os resultados obtidos na prática, assim, com relação a cota, nível, caimento, planeza, alinhamento das juntas de assentamento e geometria das juntas de movimentação e de dessolidarização, ficaram rigorosamente de acordo com o estabelecido nas normas brasileiras.

4.2.9 Aplicação da Nona Etapa: Avaliação e Controle do Processo e Redefinição do Projeto e do Modelo

A etapa foi avaliada e verificadas as fases **a** e **b**, com respostas positivas e preenchida a FVCS nº9, que constitui a sua lista de verificação.

Quanto aos projetos dos três ambientes, não ocorreram desvios em relação ao planejamento inicial e, portanto, não houveram adaptações e necessidade de redefinições.

Quanto ao modelo de gerenciamento do processo adotado, as etapas 04 e 05 misturaram-se, sendo executadas quase que simultaneamente, o que já era esperado, não existindo problemas para o andamento dos trabalhos, assim como as

juntas de dessolidarização, da etapa 06, que foram executadas juntamente com o assentamento, visto que necessitavam ficar encobertas pelas placas cerâmicas. A divisão das etapas, como foi feita, facilitou grandemente o controle do processo mesmo que, em alguns momentos, mais de uma delas estavam sendo executada simultaneamente não havendo, portanto, necessidade imediata de alterações no modelo.

4.3 Controle do Processo

Todas as etapas do processo foram controladas, avaliadas e verificadas as conformidades de cada uma delas, de acordo com os itens 3.2 a 3.10 desse trabalho.

Para o controle do processo, foram preenchidas as nove listas de verificação, ferramenta da qualidade utilizada no processo, constituídas pelas FVCS (fichas de verificação da conformidade dos serviços), de números 1 a 9, uma para cada etapa. Para a segunda e para a quinta etapa, foram também utilizados diagramas de causa e efeito.

As fichas, que constituem as listas de verificação de cada etapa, estão a seguir:

FVCS nº 1 – Lista de verificação da primeira etapa

GESTÃO DA QUALIDADE NO PROCESSO DE EXECUÇÃO DO SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO				
FVCS: FICHA DE VERIFICAÇÃO DA CONFORMIDADE DOS SERVIÇOS				
OBRA: <i>Edifício Le Monde</i>		CONSTRUTORA: <i>Jota Ele Construções Civis Ltda</i>		
AMBIENTES: <i>Lavanderia, Banheiro Coletivo e Sala de Jogos</i>		INÍCIO: 12/08/02		
		FINAL: 12/08/02		
ETAPA: 1ª - Elaboração do Projeto do Sistema		FOLHA: <i>Única</i>		
INDICADORES: de capacitação e de desempenho global				
CONDIÇÕES PARA O INÍCIO DOS TRABALHOS	APROVAÇÃO		OBSERVAÇÕES E AÇÕES	
	SIM	NÃO		
<i>Verificadas as condições preliminares p/ elaboração do projeto</i>	X		<i>Elaborar o projeto do sistema de revestimento cerâmico</i>	
AVALIAÇÕES E VERIFICAÇÕES DE ACEITE E DE CONFORMIDADE DE CADA FASE, DE ACORDO COM OS FUNDAMENTOS TÉCNICOS PRÉ-ESTABELECIDOS				
FASES	AÇÕES E VERIFICAÇÕES DAS FASES	APROVAÇÃO		OBSERVAÇÕES E AÇÕES
		SIM	NÃO	
(a)	<i>Especificação dos materiais cerâmicos de cada ambiente</i>	X		<i>De acordo com recomendações do CCB</i>
(b)	<i>Decoração dos ambientes, detalhes construtivos e juntas</i>	X		<i>Seguir adiante</i>
(c)	<i>Cálculo das quantidades dos Materiais cerâmicos</i>	X		<i>Seguir adiante</i>
(d)	<i>Especificação das argamassas colantes e cálculo das quantidades</i>	X		<i>Conforme a NBR 14081 (1998)</i>
(e)	<i>Espec. das argamassas de rejuntamento e cálculo das quantidades</i>	X		<i>Conforme recomendações do fabricante</i>
(f)	<i>Definição e cálculo das quantidades de materiais de arremates</i>	X		<i>Não foram utilizados</i>
(g)	<i>Capacitação da equipe de mão-de-obra</i>	X		<i>Realizado curso teórico e trein. prático</i>
AVALIAÇÃO FINAL DA ETAPA:		X		<i>Passar para a segunda etapa</i>
OBSERVAÇÕES SOBRE A ETAPA:	<i>Projeto do sistema elaborado por Jorge de Jesus Chrun, Eng. Civil, CREA 16.656 – D PR.</i>			
ELABORADO POR:		APROV. DO RESP. P/ SERVIÇOS:		
_____ <i>Jorge J. Chrun</i>		_____ <i>Jorge J. Chrun</i>		
15/ 08/ 02 DATA		15/ 08/ 02 DATA		

FVCS nº 2 – Lista de verificação da segunda etapa

GESTÃO DA QUALIDADE NO PROCESSO DE EXECUÇÃO DO SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO				
FVCS: FICHA DE VERIFICAÇÃO DA CONFORMIDADE DOS SERVIÇOS				
OBRA: <i>Edifício Le Monde</i>		CONSTRUTORA: <i>Jota Ele Construções Civis Ltda</i>		
AMBIENTES: <i>Lavanderia, Banheiro Coletivo e Sala de Jogos</i>			INÍCIO: <i>19/08/02</i>	
			FINAL: <i>19/08/02</i>	
ETAPA: 2ª - Avaliação dos Materiais e Ferramentas			FOLHA: <i>Única</i>	
INDICADORES: de capacitação e de desempenho específico				
CONDIÇÕES PARA O INÍCIO DOS TRABALHOS		APROVAÇÃO		OBSERVAÇÕES E AÇÕES
		SIM	NÃO	
<i>Ocorrência da conformidade da primeira etapa</i>		X		<i>Executar a segunda etapa</i>
AVALIAÇÕES E VERIFICAÇÕES DE ACEITE E DE CONFORMIDADE DE CADA FASE, DE ACORDO COM OS FUNDAMENTOS TÉCNICOS PRÉ-ESTABELECIDOS				
FASES	AÇÕES E VERIFICAÇÕES DAS FASES	APROVAÇÃO		OBSERVAÇÕES E AÇÕES
		SIM	NÃO	
(a)	<i>Verificação se todos os materiais estão disponíveis</i>	X		<i>Seguir adiante</i>
(b)	<i>Verificação se todas as ferramentas estão disponíveis</i>	X		<i>Seguir adiante</i>
(c)	<i>Verificação se a equipe de mão-de-obra tem dúvidas</i>	X		<i>Seguir adiante</i>
(d)				
(e)				
(f)				
(g)				
AVALIAÇÃO FINAL DA ETAPA:		X		<i>Passar para a terceira etapa</i>
OBSERVAÇÕES SOBRE A ETAPA:	<i>Etapa executada sem problemas.</i>			
ELABORADO POR:		APROV. DO RESP. P/ SERVIÇOS:		
_____ <i>Jorge J. Chrun</i>		_____ <i>Jorge J. Chrun</i>		
_____ <i>19/ 08/ 02</i> DATA		_____ <i>19/ 08/ 02</i> DATA		

FVCS nº 3 – Lista de verificação da terceira etapa

GESTÃO DA QUALIDADE NO PROCESSO DE EXECUÇÃO DO SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO				
FVCS: FICHA DE VERIFICAÇÃO DA CONFORMIDADE DOS SERVIÇOS				
OBRA: <i>Edifício Le Monde</i>		CONSTRUTORA: <i>Jota Ele Construções Civis Ltda</i>		
AMBIENTES: <i>Lavanderia, Banheiro Social e Sala de Jogos</i>			INÍCIO: <i>19/08/02</i>	
			FINAL: <i>19/08/02</i>	
ETAPA: 3ª - Avaliação dos Serviços Preliminares			FOLHA: <i>Única</i>	
INDICADORES: de desempenho específico				
CONDIÇÕES PARA O INÍCIO DOS TRABALHOS		APROVAÇÃO		OBSERVAÇÕES E AÇÕES
		SIM	NÃO	
<i>Ocorrência da conformidade da segunda etapa</i>		X		<i>Executar a terceira etapa</i>
AVALIAÇÕES E VERIFICAÇÕES DE ACEITE E DE CONFORMIDADE DE CADA FASE, DE ACORDO COM OS FUNDAMENTOS TÉCNICOS PRÉ-ESTABELECIDOS				
FASES	AÇÕES E VERIFICAÇÕES DAS FASES	APROVAÇÃO		OBSERVAÇÕES E AÇÕES
		SIM	NÃO	
(a)	<i>Conclusão dos serviços complementares</i>	X		<i>Seguir adiante</i>
(b)	<i>Verificação do período mínimo de cura do substrato</i>	X		<i>Seguir adiante</i>
(c)	<i>Verificação do caimento das áreas Molháveis</i>	X		<i>Seguir adiante</i>
(d)	<i>Verificação da limpeza do substrato</i>	X		<i>Seguir adiante</i>
(e)	<i>Verificação se as condições atmosféricas são propícias</i>	X		<i>Seguir adiante</i>
(f)				
(g)				
AVALIAÇÃO FINAL DA ETAPA:		X		<i>Passar para a quarta etapa</i>
OBSERVAÇÕES SOBRE A ETAPA:	<i>A fase (e) foi verificada conforme todos os dias durante O andamento dos trabalhos.</i>			
ELABORADO POR:		APROV. DO RESP. P/ SERVIÇOS:		
_____ <i>Jorge J. Chrun</i>		_____ <i>Jorge J. Chrun</i>		
_____ <i>19/ 08/ 02</i>		_____ <i>19/ 08/ 02</i>		
DATA		DATA		

FVCS nº 4 – Lista de verificação da quarta etapa

GESTÃO DA QUALIDADE NO PROCESSO DE EXECUÇÃO DO SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO				
FVCS: FICHA DE VERIFICAÇÃO DA CONFORMIDADE DOS SERVIÇOS				
OBRA: <i>Edifício Le Monde</i>		CONSTRUTORA: <i>Jota Ele Construções Civis Ltda</i>		
AMBIENTES: <i>Lavanderia, Banheiro Coletivo e Sala de Jogos</i>			INÍCIO: <i>19/08/02</i>	
			FINAL: <i>23/08/02</i>	
ETAPA: 4ª - Controle da Preparação da Pasta de Argamassa Colante			FOLHA: <i>Única</i>	
INDICADORES: de capacitação e de produtividade				
CONDIÇÕES PARA O INÍCIO DOS TRABALHOS		APROVAÇÃO		
		SIM	NÃO	
<i>Ocorrência da conformidade da terceira etapa</i>		X		
		OBSERVAÇÕES E AÇÕES		
		<i>Executar a quarta etapa</i>		
AVALIAÇÕES E VERIFICAÇÕES DE ACEITE E DE CONFORMIDADE DE CADA FASE, DE ACORDO COM OS FUNDAMENTOS TÉCNICOS PRÉ-ESTABELECIDOS				
FASES	AÇÕES E VERIFICAÇÕES DAS FASES	APROVAÇÃO		OBSERVAÇÕES E AÇÕES
		SIM	NÃO	
(a)	<i>Mistura com água limpa</i>	X		<i>Seguir adiante</i>
(b)	<i>Preparo mecânico da pasta de argamassa colante</i>	X		<i>Seguir adiante</i>
(c)	<i>Tempo de maturação</i>	X		<i>Seguir adiante</i>
(d)	<i>Tempo útil para uso</i>	X		<i>Seguir adiante</i>
(e)				
(f)				
(g)				
AVALIAÇÃO FINAL DA ETAPA:		X		<i>Passar para a quinta etapa</i>
OBSERVAÇÕES SOBRE A ETAPA:	<i>A quarta etapa foi repetida 46 vezes durante os trabalhos, de 19/08/02 a 23/08/02, todas as vezes com o mesmo controle.</i>			
ELABORADO POR:		APROV. DO RESP. P/ SERVIÇOS:		
_____		_____		
<i>Jorge J. Chrun</i>		<i>Jorge J. Chrun</i>		
<u>23/ 08/ 02</u>		<u>23/ 08/ 02</u>		
DATA		DATA		

FVCS nº 5 – Lista de verificação da quinta etapa

GESTÃO DA QUALIDADE NO PROCESSO DE EXECUÇÃO DO SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO				
FVCS: FICHA DE VERIFICAÇÃO DA CONFORMIDADE DOS SERVIÇOS				
OBRA: <i>Edifício Le Monde</i>		CONSTRUTORA: <i>Jota Ele Construções Civis Ltda</i>		
AMBIENTES: <i>Lavanderia, Banheiro Social e Sala de Jogos</i>			INÍCIO: <i>19/08/02</i>	
			FINAL: <i>23/08/02</i>	
ETAPA: 5ª - Controle da Colagem das Placas Cerâmicas			FOLHA: <i>Única</i>	
INDICADORES: de capacitação, de produtividade e de qualidade				
CONDIÇÕES PARA O INÍCIO DOS TRABALHOS		APROVAÇÃO		
		SIM	NÃO	
<i>Ocorrência da conformidade da quarta etapa</i>		X		
		OBSERVAÇÕES E AÇÕES		
		<i>Executar a quinta etapa</i>		
AVALIAÇÕES E VERIFICAÇÕES DE ACEITE E DE CONFORMIDADE DE CADA FASE, DE ACORDO COM OS FUNDAMENTOS TÉCNICOS PRÉ-ESTABELECIDOS				
FASES	AÇÕES E VERIFICAÇÕES DAS FASES	APROVAÇÃO		OBSERVAÇÕES E AÇÕES
		SIM	NÃO	
(a)	<i>Reprodução dos painéis e paginações do projeto</i>	X		<i>Seguir adiante</i>
(b)	<i>Aplicação da pasta de argamassa</i>	X		<i>Seguir adiante</i>
	<i>Colante</i>	X		
(c)	<i>Aplicação das placas cerâmicas e Complementos</i>	X		<i>Seguir adiante</i>
(d)	<i>Verificação da impregnação total do tardo das placas cerâmicas</i>	X		<i>Após duas correções, seguiram os trabalhos</i>
(e)				
(f)				
(g)				
AVALIAÇÃO FINAL DA ETAPA:		X		<i>Passar para a sexta etapa</i>
OBSERVAÇÕES SOBRE A ETAPA:	<i>A fase (e) teve duas desconformidades, na parede e no piso da lavanderia. Retiram-se as placas cerâmicas, fez-se a limpeza do substrato e repetiram-se as fases (b), (c) e (d)</i>			
ELABORADO POR:		APROV. DO RESP. P/ SERVIÇOS:		
_____		_____		
<i>Jorge J. Chrun</i>		<i>Jorge J. Chrun</i>		
<u>23/ 08/ 02</u>		<u>23/ 08/ 02</u>		
DATA		DATA		

FVCS nº 6 – Lista de verificação da sexta etapa

GESTÃO DA QUALIDADE NO PROCESSO DE EXECUÇÃO DO SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO				
FVCS: FICHA DE VERIFICAÇÃO DA CONFORMIDADE DOS SERVIÇOS				
OBRA: <i>Edifício Le Monde</i>		CONSTRUTORA: <i>Jota Ele Construções Civis Ltda</i>		
AMBIENTES: <i>Lavanderia, Banheiro coletivo e Sala de Jogos</i>		INÍCIO: 26/08/02		
		FINAL: 26/08/02		
ETAPA: 6ª - Controle da Preparação e da Aplicação das Argamassas de Rejuntamento		FOLHA: Única		
INDICADORES: de capacitação, de produtividade e de qualidade				
CONDIÇÕES PARA O INÍCIO DOS TRABALHOS		APROVAÇÃO		
		SIM NÃO		
<i>Ocorrência da conformidade da quinta etapa</i>		X		
		OBSERVAÇÕES E AÇÕES		
		<i>Executar a sexta etapa</i>		
AVALIAÇÕES E VERIFICAÇÕES DE ACEITE E DE CONFORMIDADE DE CADA FASE, DE ACORDO COM OS FUNDAMENTOS TÉCNICOS PRÉ-ESTABELECIDOS				
FASES	AÇÕES E VERIFICAÇÕES DAS FASES	APROVAÇÃO		OBSERVAÇÕES E AÇÕES
		SIM	NÃO	
(a)	<i>Limpeza das placas cerâmicas e das juntas do sistema</i>	X		<i>Seguir adiante</i>
(b)	<i>Preparação das argamassas de Rejuntamento</i>	X		<i>Seguir adiante</i>
(c)	<i>Tempo de maturação</i>	X		<i>Seguir adiante</i>
(d)	<i>Tempo útil para uso</i>	X		<i>Seguir adiante</i>
(e)	<i>Aplicação das argamassas de Rejuntamento</i>	X		<i>Seguir adiante</i>
(f)	<i>Verificação do perfeito acabamento das juntas do sistema</i>	X		<i>Depois de pequenas Correções, ir adiante</i>
(g)				
AVALIAÇÃO FINAL DA ETAPA:		X		<i>Passar para a sétima etapa</i>
OBSERVAÇÕES SOBRE A ETAPA:	<i>Etapa executada três dias após o assentamento. Foram necessárias pequenas correções nos acabamentos das juntas de assentamento e de movimentação.</i>			
ELABORADO POR:		APROV. DO RESP. P/ SERVIÇOS:		
_____		_____		
<i>Jorge J. Chrun</i>		<i>Jorge J. Chrun</i>		
27/ 08/ 02		27/ 08/ 02		
DATA		DATA		

FVCS nº 7 – Lista de verificação da sétima etapa

GESTÃO DA QUALIDADE NO PROCESSO DE EXECUÇÃO DO SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO				
FVCS: FICHA DE VERIFICAÇÃO DA CONFORMIDADE DOS SERVIÇOS				
OBRA: <i>Edifício Le Monde</i>		CONSTRUTORA: <i>Jota Ele Construções Civas Ltda</i>		
AMBIENTES: Lavanderia, Banheiro Coletivo e Sala de Jogos			INÍCIO: 27/08/02 FINAL: 27/08/02	
ETAPA: 7ª - Proteção			FOLHA: <i>Única</i>	
INDICADORES: de qualidade				
CONDIÇÕES PARA O INÍCIO DOS TRABALHOS		APROVAÇÃO		
		SIM NÃO		
<i>Ocorrência da conformidade da sexta etapa</i>		X		
		OBSERVAÇÕES E AÇÕES		
		<i>Executar a sétima etapa</i>		
AVALIAÇÕES E VERIFICAÇÕES DE ACEITE E DE CONFORMIDADE DE CADA FASE, DE ACORDO COM OS FUNDAMENTOS TÉCNICOS PRÉ-ESTABELECIDOS				
FASES	AÇÕES E VERIFICAÇÕES DAS FASES	APROVAÇÃO		OBSERVAÇÕES E AÇÕES
		SIM	NÃO	
(a)	<i>Proteção dos pisos com manta de Polietileno</i>	X		<i>Seguir adiante</i>
(b)				
(c)				
(d)				
(e)				
(f)				
(g)				
AVALIAÇÃO FINAL DA ETAPA:		X		<i>Passar para a oitava etapa</i>
OBSERVAÇÕES SOBRE A ETAPA:	<i>Somente os revestimentos cerâmicos de piso receberam Proteção.</i>			
ELABORADO POR:		APROV. DO RESP. P/ SERVIÇOS:		
_____ <i>Jorge J. Chrun</i>		_____ <i>Jorge J. Chrun</i>		
27/ 08/ 02 DATA		27/ 08/ 02 DATA		

FVCS nº 8 – Lista de verificação da oitava etapa

GESTÃO DA QUALIDADE NO PROCESSO DE EXECUÇÃO DO SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO				
FVCS: FICHA DE VERIFICAÇÃO DA CONFORMIDADE DOS SERVIÇOS				
OBRA: <i>Edifício Le Monde</i>		CONSTRUTORA: <i>Jota Ele Construções Civas Ltda</i>		
AMBIENTES: <i>Lavanderia, Banheiro Social e Sala de Jogos</i>			INÍCIO: <i>12/09/02</i>	
			FINAL: <i>12/09/02</i>	
ETAPA: 8ª - Avaliações dos Serviços Finais			FOLHA: <i>Única</i>	
INDICADORES: de qualidade				
CONDIÇÕES PARA O INÍCIO DOS TRABALHOS		APROVAÇÃO		OBSERVAÇÕES E AÇÕES
		SIM	NÃO	
<i>Ocorrência da conformidade da sétima etapa</i>		X		<i>Executar a oitava etapa</i>
AVALIAÇÕES E VERIFICAÇÕES DE ACEITE E DE CONFORMIDADE DE CADA FASE, DE ACORDO COM OS FUNDAMENTOS TÉCNICOS PRÉ-ESTABELECIDOS				
FASES	AÇÕES E VERIFICAÇÕES DAS FASES	APROVAÇÃO		OBSERVAÇÕES E AÇÕES
		SIM	NÃO	
(a)	<i>Limpeza final do sistema e liberação para o uso</i>	X		<i>Seguir adiante</i>
(b)	<i>Avaliação dos trabalhos de acordo com as normas brasileiras</i>	X		<i>Seguir adiante</i>
(c)				
(d)				
(e)				
(f)				
(g)				
AVALIAÇÃO FINAL DA ETAPA:		X		<i>Passar para a nona etapa</i>
OBSERVAÇÕES SOBRE A ETAPA:	<i>Verificações feitas da fase (b): cota, nível, caimento, planeza e geometria e alinhamento das juntas de assentamento, de movimentação e de dessolidarização.</i>			
ELABORADO POR:		APROV. DO RESP. P/ SERVIÇOS:		
_____		_____		
<i>Jorge J. Chrun</i>		<i>Jorge J. Chrun</i>		
<u>12/ 09/ 02</u>		<u>12/ 09/ 02</u>		
DATA		DATA		

FVCS nº 9 – Lista de verificação da nona etapa

GESTÃO DA QUALIDADE NO PROCESSO DE EXECUÇÃO DO SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO				
FVCS: FICHA DE VERIFICAÇÃO DA CONFORMIDADE DOS SERVIÇOS				
OBRA: <i>Edifício Le Monde</i>		CONSTRUTORA: <i>Jota Ele Construções Civas Ltda</i>		
AMBIENTES: Lavanderia, Banheiro Coletivo e Sala de Jogos			INÍCIO: 13/09/02	
			FINAL: 13/09/02	
ETAPA: 9ª - Avaliação e Controle do Processo e Redefinição do Projeto e do Modelo			FOLHA: Única	
INDICADORES: de desempenho global e de qualidade				
CONDIÇÕES PARA O INÍCIO DOS TRABALHOS		APROVAÇÃO		
		SIM NÃO		
<i>Ocorrência da conformidade da oitava etapa</i>		X		
		OBSERVAÇÕES E AÇÕES		
		<i>Executar a nona etapa</i>		
AVALIAÇÕES E VERIFICAÇÕES DE ACEITE E DE CONFORMIDADE DE CADA FASE, DE ACORDO COM OS FUNDAMENTOS TÉCNICOS PRÉ-ESTABELECIDOS				
FASES	AÇÕES E VERIFICAÇÕES DAS FASES	APROVAÇÃO		OBSERVAÇÕES E AÇÕES
		SIM	NÃO	
(a)	<i>Controle do processo</i>	X		<i>Controle realizado</i>
(b)	<i>Redefinição do projeto e do modelo, se necessário</i>			<i>Não ocorreram ajustes e redefinições</i>
(c)				
(d)				
(e)				
(f)				
(g)				
AVALIAÇÃO FINAL DA ETAPA:		X		<i>Trabalhos encerrados</i>
OBSERVAÇÕES SOBRE A ETAPA:	<i>O processo ocorreu sem variações significativas, sem necessidade de redefinições no projeto e no modelo. Sistema de revestimentos em condições de ser liberado para uso.</i>			
ELABORADO POR:		APROV. DO RESP. P/ SERVIÇOS:		
_____		_____		
<i>Jorge J. Chrun</i>		<i>Jorge J. Chrun</i>		
13/ 08/ 02		13/ 08/ 02		
DATA		DATA		

4.4 Avaliação do Modelo de Gerenciamento Proposto

O ciclo PDCA aplicado ao modelo deste trabalho (item 2.7), está associado às suas etapas da seguinte forma:

- P: refere-se ao projeto do sistema, a primeira etapa do modelo, e a padronização dos procedimentos de execução, de controle e de inspeção dos serviços. A padronização foi feita nas etapas de 02 a 09 e a inspeção através das listas de verificação de cada etapa, além do diagrama de causa e efeito para a segunda e a quinta etapas;
- D: refere-se à necessidade de treinar a equipe de mão-de-obra, fase **g** da primeira etapa e a verificação, conforme a fase **c** da segunda etapa, se a equipe de mão-de-obra tem dúvidas sobre os trabalhos, sendo o momento para redimi-las, para depois iniciar a execução propriamente dita dos mesmos, de acordo com os procedimentos do modelo proposto;
- C: refere-se à verificação de conformidade dos trabalhos, de acordo com os fundamentos técnicos de cada etapa. O processo de execução dos trabalhos foi documentado nas fichas de cada etapa e fotografado em momentos importantes dos mesmos;
- A: refere-se a ações corretivas em casos de não conformidade dos trabalhos. Como cada etapa do processo foi controlada antes de se passar à etapa seguinte, as ações corretivas ocorreram durante o processo e, em seu término, todo o processo estava em conformidade com os parâmetros estabelecidos nas normas brasileiras vigentes do setor.

A divisão dos trabalhos de execução foi feita em nove etapas, a partir da experiência prática do autor deste trabalho e deverá ser aplicado outras vezes, para definição se há necessidade de alterações no modelo.

Para avaliação global do modelo, considerou-se sua eficiência, a qualidade visual dos acabamentos e aspectos relativos à produtividade da mão-de-obra.

4.4.1 A Eficiência do Modelo

O modelo foi aplicado, na íntegra e as maiores dificuldades ocorreram no preenchimento das fichas do primeiro ambiente. Para os outros dois, as dificuldades diminuíram. Cabe ressaltar também as dificuldades iniciais de preencher todo o espaço entre o substrato e a placa cerâmica, deixando estas com o tardo totalmente impregnado de pasta de argamassa colante.

A principal contribuição do modelo de gerenciamento desse trabalho foi permitir, a cada etapa, a avaliação e a verificação de conformidade com os parâmetros de qualidade estabelecidos nas normas brasileiras do setor. Assim, quando alguma falha era detectada, imediatamente era corrigida, antes da seqüência dos trabalhos. Como os trabalhos foram inspecionados após todas as suas fases, ao final da nona etapa todas as verificações de conformidade estavam realizadas e com respostas positivas a todas as condições de aceite, sem necessidade de retrabalhos.

Nos métodos mais utilizados na execução do sistema de revestimento, a verificação de conformidade, quando é feita, ocorre somente no final dos trabalhos, sendo comum a necessidade de correções, onde é preciso quebrar o que estava pronto e refazer, com grandes prejuízos financeiros e desgastes entre os construtores e os usuários finais do sistema de revestimento cerâmico. Além de tudo isso, também é comum nos revestimentos cerâmicos, não se encontrar desconformidades na inspeção final dos serviços, sendo aparentemente sem problemas, mas com uma série de defeitos não visíveis, como falhas na colagem, juntas de assentamento mal dimensionadas e ausências das juntas de movimentação e de dessolidarização, resultando em pouca durabilidade do sistema. A adoção do modelo proposto neste trabalho teve, entre outros, o objetivo de evitar esses problemas.

4.4.2 A Mão-de-Obra

A equipe de mão-de-obra teve dificuldades de adaptação, principalmente no primeiro ambiente a ser executado, a lavanderia. Na seqüência, executaram-se o banheiro e a sala de jogos. Já a partir do banheiro, os trabalhos fluíram com maior

velocidade e, na sala de jogos, parecia que nada tinha de diferente de uma tarefa qualquer de assentamento e de rejuntamento de placas cerâmicas.

4.4.3 A Produtividade com a Aplicação do Modelo Proposto

Comparando com a forma usual de execução dos trabalhos, cuja preocupação maior é a produtividade, ou seja, a execução da maior metragem quadrada diária possível, deixando muitas vezes a qualidade e a durabilidade em segundo plano, a execução do sistema de revestimento cerâmico através do modelo deste trabalho foi mais lenta.

O rendimento médio diário da equipe de mão-de-obra foi, para cada profissional envolvido nos trabalhos, de 10,50 m² de placas cerâmicas assentadas. Sem a aplicação do modelo proposto, o rendimento médio diário de um operário com prática é de cerca 17,00 m² de placas cerâmicas assentadas, porém sem grandes preocupações com a colagem e com a execução das juntas de assentamento, de movimentação e de dessolidarização, como neste trabalho.

O tempo gasto para a execução completa dos rejuntamentos das juntas de assentamento e das juntas de movimentação da sala de jogos foi de dois dias, compatível com o tempo médio de trabalhos semelhantes.

A repetição do modelo deste trabalho trará, com certeza, maior produtividade, visto que na sala de jogos, que foi o terceiro ambiente executado, a produtividade média diária cresceu para cerca de 14,00 m² de placas cerâmicas assentadas por operário. Pode-se considerar, então, que em condições normais a produtividade com a utilização do modelo proposto neste trabalho é de cerca de 21 % menor que da forma tradicional, como se pratica nas obras atualmente.

Não se pode, evidentemente, comparar simplesmente os dois casos quanto à produtividade, visto que o método do modelo deste trabalho é bem mais completo do modo como se pratica na quase totalidade das obras atuais, que é quase sempre incompleto e mais sujeito, portanto, a defeitos e falhas construtivas.

4.4.4 Os Diferenciais de Custos com a Aplicação do Modelo Proposto

Com relação ao que se pratica atualmente na execução do sistema de

revestimento cerâmico, existem procedimentos adicionais com a aplicação do modelo proposto neste trabalho, com uso de materiais que atualmente não são utilizados, além de um consumo maior de argamassa colante e a produtividade da mão-de-obra também é menor.

Existem, portanto, custos adicionais, dados principalmente por:

- a elaboração de um projeto, o que costumeiramente não é feito;
- a produtividade da mão-de-obra é cerca de 21 % menor, conforme item 4.4.3 deste trabalho;
- o consumo de argamassa colante é maior, como neste trabalho, que foi de 7,96 kg/m², enquanto nos trabalhos atuais, que não se exige a impregnação total do tardo das placas cerâmicas, é de 4 a 5 kg/m²;
- consumo dos materiais usados nas juntas estruturais, de dessolidarização e de movimentação;
- o tempo despendido pela equipe de mão-de-obra para a execução das juntas estruturais, de dessolidarização e de movimentação.

É relevante, portanto, perguntar: vale a pena absorver custos adicionais com relação aos atuais e executar o sistema de revestimento cerâmico com os cuidados propostos no modelo deste trabalho? A resposta, certamente, é positiva. Os prejuízos causados por problemas, como o destacamento das placas cerâmicas, as eflorescências, os retrabalhos e outros justificam os custos adicionais que os cuidados propostos neste trabalho possam acarretar. Além do mais, refazer sempre é mais dispendioso em termos financeiros, sem contar os efeitos negativos que causam na credibilidade dos materiais e dos profissionais envolvidos com a execução do sistema de revestimento cerâmico.

É relevante, ainda, destacar que o modelo proposto neste trabalho procura conduzir todas as tarefas de forma que as normas brasileiras do setor e as especificações dos fabricantes dos materiais envolvidos sejam cumpridas. Só isto, com certeza, já proporciona maior qualidade e durabilidade para o sistema de revestimento cerâmico. Sem esses cuidados, qualquer trabalho nessa área perde as garantias dos fabricantes dos materiais utilizados e os prejuízos que houverem passam a ser de responsabilidade dos executores dos trabalhos.

4.4.5 Os Trabalhos Prontos

As figuras 37, 38 e 39 mostram as fotografias da lavanderia, do banheiro coletivo e da sala de jogos, os três ambientes do Edifício Le Monde, em fase de acabamento, onde o modelo foi aplicado.

Figura 37 – A lavanderia pronta



Figura 38 – O banheiro coletivo pronto



Figura 39 – A sala de jogos pronta



CAPÍTULO 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusões

Quanto à qualidade do sistema de revestimento cerâmico, na aplicação prática, de acordo com o modelo proposto neste trabalho foi possível, de forma satisfatória, o controle, a avaliação e a documentação, passo a passo, de todas as tarefas do processo de execução, desde o planejamento, dado pelo projeto, a especificação dos materiais conforme recomendações do CCB, das normas brasileiras do setor e dos fabricantes de placas cerâmicas para revestimento e argamassas e outros materiais utilizados, até a entrega dos trabalhos prontos.

Fato importante no processo foi a não necessidade de retrabalhos pois, ao final das tarefas, todas as condições de aceite e de conformidade estavam satisfeitas, provando a eficiência do modelo proposto e assegurando a qualidade do acabamento final dos três ambientes da aplicação prática.

Foi possível o controle do aspecto visual do acabamento final do sistema de revestimento cerâmico, resultando em ambientes sem defeitos e com qualidade visual igual ao superior aos dos trabalhos usualmente executados. No próprio Edifício Le Monde, por exemplo, alguns proprietários manifestaram interesse de, em seus apartamentos, terem os revestimentos cerâmicos executados como nos três ambientes da aplicação prática do modelo deste trabalho e até com as mesmas placas cerâmicas.

Quanto à durabilidade do sistema de revestimento cerâmico, faz-se necessário fazer um monitoramento durante pelo menos cinco anos, após a liberação para o uso, período no qual os construtores são responsáveis legais pela obra. Mesmo assim, algumas considerações importantes podem ser feitas:

- Vieira (1998), analisou diversos casos de destacamento de placas cerâmicas em obras e verificou que a maioria dos casos ocorreu devido a falhas na colagem das placas, fato provocado pela utilização de pouca pasta de argamassa colante, menos que o mínimo necessário para garantir uma boa colagem, além de assentamento após vencido o tempo em aberto da argamassa, falseando a aderência

pela não impregnação total do tardo das placas pela pasta de argamassa colante;

- ainda segundo Vieira (1998), outros fatores também são de grande importância para aliviar as tensões do sistema e garantir a sua estabilidade, como espessuras de juntas de assentamento adequadas, execução de juntas de movimentação, de dessolidarização e estruturais, uso de argamassas de rejuntamento deformáveis e a conscientização das equipes de mão-de-obra de que os trabalhos devem ser executados de acordo com as normas brasileiras vigentes e com as especificações dos fabricantes.

Como todos os fatores citados por Vieira (1998) foram observados e foram garantidas todas as condições de conformidade e aceite pelo modelo de gerenciamento deste trabalho, fica garantida uma maior estabilidade para o sistema de revestimento cerâmico dos três ambientes, garantindo a sua durabilidade.

Fica, então, respondida de forma satisfatória a pergunta de pesquisa do item 1.2.1 deste trabalho.

As informações técnicas do item 2.8 deste trabalho são importantes subsídios para consumidores, especificadores e empresários da construção civil, para a escolha dos materiais ideais para cada ambiente de suas construções e reformas. O mesmo item e os fundamentos técnicos de cada etapa do processo fornecem informações relevantes aos profissionais envolvidos com a mão-de-obra, sobre os procedimentos de execução do sistema de revestimento cerâmico recomendados pelas normas brasileiras vigentes do setor e por fabricantes dos materiais que são utilizados nos acabamentos com placas cerâmicas.

Antes da aplicação prática do modelo deste trabalho, foi realizado o treinamento da mão-de-obra, conscientizando a equipe de operários da importância da execução das tarefas sem falhas construtivas e com todos os elementos necessários para reduzir as tensões atuantes no sistema de revestimento cerâmico, mesmo que os trabalhos se tornassem mais lentos que de costume e com custos iniciais mais elevados. A satisfação da equipe de mão-de-obra com o resultado final dos trabalhos foi visível, pois a qualidade visual dos mesmos prontos foi grande, difícil de encontrar em trabalhos parecidos em outras obras.

Finalizando, este trabalho cumpriu, de forma satisfatória, os objetivos aos quais se propôs e o modelo de gerenciamento das tarefas proposto constituiu-se em uma ótima ferramenta para a redução ou até mesmo eliminação de perdas, defeitos e falhas construtivas na execução de revestimentos com placas cerâmicas. É a Engenharia de Produção auxiliando na resolução de problemas técnicos da Engenharia Civil, na área de acabamentos de obras com placas cerâmicas para revestimentos, através de seus métodos de planejamento, avaliação, gerenciamento e controle, que podem ser aplicados a qualquer processo produtivo de bens e serviços.

5.2 Recomendações Para Trabalhos Futuros

Para temas de trabalhos futuros nesta área, vale destacar:

- o aprimoramento do modelo deste trabalho, associando-o a um “soft” especialista para aplicação do modelo e controle do processo;
- a criação de um modelo de gerenciamento das tarefas de execução do sistema de revestimento cerâmico em terraços e em áreas de lazer descobertas de edifícios, desde as especificações do projeto arquitetônico da obra, impermeabilizações e o acabamento final com placas cerâmicas. Sem dúvida, é um importante tema, visto que são comuns problemas e defeitos construtivos nos revestimentos cerâmicos em terraços e áreas descobertas de edifícios;
- vários trabalhos podem ser feitos estudando-se os defeitos e os porquês dos defeitos dos revestimentos cerâmicos de Cascavel PR e cidades vizinhas, em áreas como fachadas e terraços de edifícios, piscinas e outros ambientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCCO-REJUNTABRÁS INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA. **Catálogo de produtos**. São Paulo, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13753: **Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13754: **Revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13755: **Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13818: **Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14081: **Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmicas – Especificação**. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14083: **Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmica – Determinação do tempo em aberto**. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14084: **Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmica – Determinação da resistência de aderência**. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14085: **Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmica – Determinação do deslizamento**. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO (ANFACER). **Guia de assentamento de revestimento cerâmico – assentador**. São Paulo, 2001. 48 p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO (ANFACER). **Guia de assentamento de revestimento cerâmico – especificador**. São Paulo, 2001. 28 p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTOS (ANFACER). “Site” Institucional. Disponível em <<http://>

www.anfacer.org.br/default.asp?lang=P&item=5&paleta=1>. Acesso em: 25 Out. 2002.

CECRISA REVESTIMENTOS CERÂMICOS. **Tecnologia dos revestimentos cerâmicos de paredes**. Criciúma: [s.n.], Jan. 1996. 50 p.

CENTRO CERÂMICO DO BRASIL (CCB). **Boletim da qualidade Nº 07**. São Paulo Mar. 2002. 4 p.

CENTRO CERÂMICO DO BRASIL (CCB). **Qualidade e inovação tecnológica**. Boletim. São Paulo, Jun. 2001. 8p.

CENTRO CERÂMICO DO BRASIL (CCB). **Qualidade e inovação tecnológica: especificação, certificação, assentamento**. São Paulo, Set. 1999. 34p.

CHRUN, J. J. **Sistema de revestimento cerâmico**. Apostila de palestras e treinamento de mão-de-obra. Cascavel: [s. n.], 2000. 26 p.

FIORITO, A. J. S. I. **Manual de Argamassas e Revestimentos**. Estudos e procedimentos de execução. São Paulo: Pini, 1994. 221 p.

HANDBOOK FOR CERAMIC TILE INSTALLATION. Tile Council of America, Inc. (TCA). 34^a ed. Clemson, 1996.

INSTITUTO DE TECNOLOGÍA CERÁMICA – Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE – IUTC). **Colocación de pavimento y revestimentos cerámicos**. Espanha: Foleza, 1993.

ISHIKAWA, K. **Controle de Qualidade Total à Maneira Japonesa**. Rio de Janeiro: Campus, 1993, 2^a Ed. 221p.

JONES, P. J. **Estudio de la calidad de adhesivos y morteros para colocación de baldosas cerámicas**. In: II Congreso Mundial de la Calidad del Azulejos y del Pavimento Cerámico (Qualicer). Castellón, p. 447-460, 1992.

JURAN, J. M.; GRZYNA, F. **Controle da qualidade handbook**. São Paulo: Makron Books-McGraw-Hill, 1991. v.1.

LAS CASAS, A. L. **Qualidade Total em Serviços**. Conceitos, Exercícios e Casos Práticos. São Paulo: Atlas, 1999. 206 p.

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade no processo**. A qualidade na produção de bens e serviços. São Paulo: Atlas, 1995. 286 p.

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade**. Teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2000. 330 p.

PANORAMA SETORIAL. **A indústria cerâmica**. São Paulo: Gazeta Mercantil S. A., Ago. 2000. 2v.

REVISTA SHOWROOM. **Guia geral de cerâmica & assentamento 97/98**. São Paulo: Menasce, n. 25-A, Out. 1997. 114 p.

REVISTA SHOWROOM. **Guia geral de cerâmica & assentamento 2001**. São Paulo: Menasce, n. 53, Abr. 2001. 80 p. Edição especial.

SHIBA, S. et al. **TQM: Quatro Revoluções na Gestão da Qualidade**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. 409 p.

SOUZA, R. et al. **Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras**. São Paulo: Pini, 1995. 247 p.

SOUZA, R.; MEKBEKIAN, G. **Qualidade na aquisição de materiais e de execução de obras**. São Paulo: Pini, 1996. 275 p.

TAKASHINA, N. T.; FLORES, M. C. X. **Indicadores da qualidade e do desempenho**. Como estabelecer metas e medir resultados. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997. 100 p.

VIEIRA, A. C. **Destacamento de placas cerâmicas**. Estudo de algumas variáveis. 1998. 182 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Universidade Mackenzie, São Paulo.