LEILA MARIA PEZZATO

**PATOLOGIAS NO SISTEMA REVESTIMENTO CERÂMICO:
UM ESTUDO DE CASOS EM FACHADAS**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Área de Concentração: Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia.

Orientador: Prof. Tit. Eduvaldo Paulo Sichieri.

São Carlos
2010

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

P521p

Pezzato, Leila Maria

Patologias no sistema revestimento cerâmico: um estudo de casos em fachadas / Leila Maria Pezzato ; orientador . -- São Carlos, 2010.

Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo e Área de Concentração em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2010.

1. Desacamento cerâmico em fachadas. 2. Pesquisa de campo. 3. Problemas de assentamento. 4. Cerâmico. 5. Formação profissional. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): Arquiteta **LEILA MARIA PEZZATO**.

Dissertação defendida e julgada em 04/03/2010 perante a Comissão Julgadora:

Prof. Titular **EDUVALDO PAULO SICHIERI (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADA

Prof. Dr. **JAVIER MAZARIEGOS PABLOS**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADA

Prof. Dr. **ANSELMO ORTEGA BOSCHI**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

APROVADO

Profª. Associada **AKEMI INO**
Vice - Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo, em exercício

Prof. Titular **GERALDO ROBERTO MARTINS DA COSTA**
Presidente da Comissão da Pós-Graduação da EESC

Aos meus queridos pais,
Deolinda Carlos Pezzato e
Pedro Pezzato Netto
Todo meu amor.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Eduvaldo Paulo Sichieri, pela insubstituível colaboração, atenção e ajuda na busca das melhores soluções diante dos diversos imprevistos ocorridos em todo percurso;

Ao professor; Javier Mazariegos Pablos pela atenção e disposição prestadas durante a finalização do trabalho e pelas críticas no exame de qualificação;

Ao professor, Anselmo Ortega Boschi pelas contribuições antes e durante o exame de qualificação;

Às minhas amigas, sogra e irmãs respectivamente, Leila Maria Lenk, Luciane Maria Pezzato e Maura Maria Pezzato, pela competência com que me ajudaram na reestruturação deste trabalho;

Aos meus irmãos e amigos, João Pedro Pezzato, André Luís Pezzato, Guilherme do Val Toledo Prado, Nádia Deschamps, Maria José Carvalho, Érica Furlan, Ana Paula Coati, Leandro do Carmo, Catarina Camargo, Bete Zuza, André Fonseca, Izadora Zuza Fonseca e Ana Cristina Vangrel, pelo carinho e inspiração durante as discussões;

À professora e amiga Ana Paula Furlan, pelas discussões, companhia e acolhida;

Às minhas primas Carolina e Ana Cláudia Toledo Ferraz, pelo apoio no início do curso;

Aos meus pais que me apoiaram e conviveram comigo a maior parte do tempo durante o processo;

Ao Wolfgang Lenk, meu porto seguro, pela paciência durante toda a realização deste trabalho e por me acompanhar em todos os momentos, principalmente os mais difíceis.

O presente trabalho foi realizado com o apoio do CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Brasil.

“O trabalho em uma boa prosa
tem três graus: um musical, em que ela é composta,
um arquitetônico, em que ela é construída,
e, enfim, um têxtil, em que ela é tecida.”

(Walter Benjamim)

PEZZATO, Leila Maria (2010) **Patologias no Sistema Revestimento Cerâmico: Um Estudo de casos em fachadas**. 162f. Dissertação (Mestrado) – Escola Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

RESUMO

PATOLOGIAS NO SISTEMA REVESTIMENTO CERÂMICO: UM ESTUDO DE CASOS EM FACHADAS

A presente pesquisa tem como objetivo realizar uma revisão da literatura sobre as patologias do sistema revestimento cerâmico (SRC) a fim de contribuir com os estudos relacionados à temática. Além disso, buscou-se conhecer e analisar a realidade de um canteiro de obra de recuperação de fachadas com patologias no sistema de revestimento cerâmico e compreender como ocorre o processo de recuperação das mesmas. Este estudo foi dividido em duas etapas: uma revisão da literatura que procurou abranger o sistema revestimento cerâmico e as patologias do sistema revestimento cerâmico e uma pesquisa de campo que optou por realizar um estudo de caso em três edifícios, revestidos com cerâmica, localizados na cidade de Piracicaba, São Paulo. Os estudos de caso evidenciam a produção bibliográfica consultada. Nos três casos analisados ficou evidente a falta de formação dos profissionais envolvidos, faltando-lhes conhecimento aprofundado das patologias recorrentes e do entendimento de que o revestimento cerâmico constitui um sistema. O trabalho se refere a todos os profissionais que fazem parte da cadeia produtiva do setor, formada por fabricantes de placas cerâmicas, argamassas e rejuntas, projetistas-especificadores, engenheiros, arquitetos, mestres de obra e assentadores. Esta constatação comprova ser necessário investir na formação profissional e criar condições de qualificar os profissionais envolvidos para minimizar a quantidade de patologias relacionadas ao sistema de revestimento cerâmico e, especificamente, ao sistema de revestimento cerâmico de fachada.

Palavras chave: Revestimento de fachadas – patologias, Cerâmica (materiais de construção).

PEZZATO, Leila Maria; (2010). **Pathologies in ceramic tiling system: A case studies in facades**, Dissertation, Escola Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

ABSTRACT

PATHOLOGIES IN CERAMIC TILING SYSTEM: A CASE STUDIES IN FACADES

The present research aims to review the current literature on ceramic tile system pathologies, with the intention to contribute with studies related to the theme. In order to do this, the work sought to understand and to analyses the reality of a specific site of ceramic tile facade recuperation. The work is divided in two parts. The first is a review of the literature on ceramic tile system pathologies. The second is based on field research of three case studies of buildings located in Piracicaba, São Paulo, all of which confirm the trends appointed by the literature review. In all case studies it can be noticed that professionals involved lack the proper knowledge of the most common pathologies and of the ceramic tiling as a system. The research comprehends all professionals present in the industry and along the chain of production for ceramic tiling: producers of dry-set mortar, ceramic tile and ceramic tile grouts, designers, architects, engineers, construction workers. This has confirmed that it is necessary to invest in a qualified professional education, so as to reduce pathologies related to the ceramic tile system and, specifically, ceramic tiled building facades.

Key Words: Ceramic Tile Facade - pathologies, Ceramic (construction materials).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Conceito de múltiplas camadas.....	41
Figura 2- Processo de Fabricação de revestimento cerâmico por via seca.....	48
Figura 3- Processo de Fabricação de revestimento cerâmico por via úmida.....	49
Figura 4- Características geométricas.....	56
Figura 5- Desnível entre as peças.....	72
Figura 6- Bolha.....	74
Figura 7- Cratera.....	74
Figura 8- Riscos em placa cerâmica esmaltada.....	75
Figura 9- Lascamento.....	76
Figura 10- Esfolhamento.....	76
Figura 11- Ataque químico.....	77
Figura 11.1- Ataque químico.....	77
Figura 12- Gretamento.....	78
Figura 13- Eflorescência.....	79
Figura 13.1- Eflorescência.....	79
Figura 14- Destacamento da placa cerâmica.....	82
Figura 15- Destacamento- Falta de ancoragem.....	84
Figura 16- Rachadura em piscina.....	85
Figura 16.1- Micro fissuras em piscina.....	85

Figura 17- Fissura na base da alvenaria.....	89
Figura 18- Destacamento.....	89
Figura 19- Destacamento de Fachada.....	91
Figura 20- Estrutura Organizacional e Unidades de negócio do CCB.....	105
Figura 21- Ensaio Dimensionais.....	106
Figura 22- Vista geral do Edifício A.....	116
Figura 23- Edifício A em processo de recuperação.....	116
Figura 24- Detalhe da fachada recuperada do Edifício B evidenciando a diferença de tonalidade das pastilhas originais com as recolocadas.....	120
Figura 25- Fachada Norte do Edifício C.....	122
Figura 26- Detalhe da fachada já recuperada e com novo destacamento do Edifício C.....	123

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Grupos de absorção de água.....	50
Tabela 2- Codificação dos grupos de absorção de água em função dos métodos de fabricação.....	50
Tabela 3- Relação entre absorção e resistência à ruptura.....	51
Tabela 4- Resistência à abrasão superficial (esmaltados).....	52
Tabela 5- Resistência à abrasão profunda (não esmaltados).....	52
Tabela 6- Coeficiente de Atrito.....	53
Tabela 7- Resistência à Manchas.....	54
Tabela 8- Resistência ao Ataque Químico.....	54
Tabela 9- Origem dos problemas detectados entre 2004 e 2007.....	108

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC	Associação Brasileira de Cerâmica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACI	American Concrete Institute
Anamaco	Associação Nacional dos Comerciantes de Material de Construção
ANFACER	Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos
Aspacer	Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento
ASTM	American Society of heating, refrigeration and air-conditioning engineers
BSI	Building Standards Institution
CB	Comitês Brasileiros
CCB	Centro Cerâmico do Brasil
CE	Comissões de Estudo
CEN	Comité Européen de Normalization
CITEC	Centro de Informações Tecnológicas
CTLE	Comissão Técnica de Laboratórios de Ensaios em Construção Civil
DEDALUS	Banco de Dados Bibliográficos da USP
EESC- USP	Escola de Engenharia de São Carlos
IAF	Internacional Accreditation Fórum
Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
IPEN	Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
ISO	International Organization for Standardization
LabCCB	Laboratório do Centro Cerâmico do Brasil
LABCER	Laboratório de Ensaios Cerâmicos de Santa Gertrudes
NBR	Norma Brasileira de Regulação
OCC	Organismo de Certificação Credenciado

ONGs	Organizações Não Governamentais
ONS	Organismos de Normalização Setorial
OSCIP	Organização da Sociedade Civil de Interesse Público
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat
PEI	Porcelain Enamel Institute
Procon	Programa de Orientação e Proteção ao Consumidor
Qualihab	Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo
RCF	Revestimento Cerâmico de Fachada de Edifícios
SENAC	Serviço Nacional do Comércio
SENAI	Serviço Nacional da Indústria
Sincer	Sindicato da Indústria da Construção, do Mobiliário e de Cerâmicas de Santa Gertrudes
SPL	Sistemas Locais de Produção
SRC	Sistema Revestimento Cerâmico
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
Unesp	Universidade Estadual Paulista
Unicamp	Universidade Estadual de Campinas

SUMÁRIO

Dedicatória.....	iii
Agradecimentos.....	v
Resumo.....	ix
Abstract.....	xi
Lista de Figuras.....	xiii
Lista de Tabelas.....	xv
Lista de abreviaturas e siglas.....	xvii
 1- Introdução.....	 23
1.1. objetivos.....	29
 2- Metodologia.....	 31
 3- O Sistema Revestimento Cerâmico – SRC.....	 39
3.1 O conceito Sistema Revestimento Cerâmico.....	41
3.2 Placa cerâmica.....	43
3.3 Processo de fabricação.....	44
3.4 Características do revestimento cerâmico.....	50
3.5 Argamassa colante.....	56
3.6 Argamassa de rejuntamento.....	62
3.7 Normas.....	63
3.8 Patologias no Sistema Revestimento Cerâmico -SRC.....	66
3.9 Origem das patologias no SRC.....	69
3.10 Classificação das patologias no SRC.....	70
3.11 Patologias no Revestimento Cerâmico de Fachada.....	86

4. Principais entidades ligadas ao setor de revestimento Cerâmico	95
4.1 Associação Brasileira de Cerâmica (ABC)	97
4.2 Sindicato da Indústria da Construção, do Mobiliário e de Cerâmicas de Santa Gertrudes (Sincer) e Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento (Aspacer)	99
4.3 Associação Nacional de Fabricantes de Cerâmica para Revestimento (Anfacer)	100
4.4 Centro Cerâmico do Brasil (CCB)	101
4.5 Centro de Inovação Tecnológica em Cerâmica (CITEC/CCB)	105
4.6 Análise crítica do atendimento ao consumidor realizado pelo CITEC/CCB	108
4.7 Análise do papel das instituições no setor Cerâmico	109
5. Apresentação dos Estudos de Casos	113
5.1 Caso do Edifício A	115
5.2 Caso do Edifício B	119
5.3 Caso do Edifício C	122
6. Considerações Finais	125
6.1 Pesquisas Futuras	129
7. Referências	131
Anexo A artigos Publicados	145
Anexo B Questionários para entrevistas	149
Anexo C Relação de ações de cursos de revestimento cerâmico	157

Capítulo 1

Introdução

O Brasil é o segundo maior consumidor mundial de cerâmica, com um consumo de 605,4 milhões de metros quadrados em 2008. Neste mesmo ano o Brasil produziu 713,4 milhões de m² de revestimento cerâmico sendo que o consumo interno foi de 605,4 milhões de m². O aumento no consumo foi de 13,2% em relação a 2007, tornando o país o segundo maior mercado consumidor de revestimentos cerâmicos do mundo e o segundo maior produtor mundial do produto (dados da Anfacer, referente ao ano de 2008).

Conforme Boschi (2009), 90% do revestimento cerâmico produzido no Brasil é usado em ambientes internos devido à perda de credibilidade por parte dos especificadores nos revestimentos cerâmicos para fachada.

Embora a indústria brasileira de revestimentos cerâmicos tenha avançado muito inovando tecnologicamente os sistemas de produção e aumentando a qualidade do produto e sua capacidade de produção, os casos de destacamentos de placas em fachadas têm crescido e se tornado um tema de freqüente discussão. As vantagens do uso do produto cerâmico em fachadas de edifícios são conhecidas pela durabilidade, facilidade de limpeza e manutenção, e pela definição do padrão estético e econômico do prédio.

O alto custo da execução de uma fachada revestida totalmente com revestimento cerâmico, as constantes patologias existentes nos últimos quinze anos e a falta de interesse de todo o setor em contribuir para solucionar os problemas causam um grande prejuízo a todos os envolvidos. Enquanto a realidade do sistema de revestimento cerâmico de fachada continua estagnada, surgem no mercado novos materiais de revestimento com garantia de execução, quando a comercialização do material é feita junto com o serviço de aplicação do mesmo (SICHERI, 2003).

As patologias dos revestimentos aderidos de fachadas passaram a ser uma grande preocupação para as construtoras e tema freqüente de pesquisa a ponto de levar à diminuição do uso desta tecnologia. Segundo Ribeiro (2006), o uso dos revestimentos cerâmicos de fachada interfere decisivamente no planejamento da execução de edifícios, por isso é considerado um subsistema independente.

As diversas patologias que ocorrem no sistema revestimento cerâmico têm sido abordadas em diversos artigos de periódicos e discutidas em congressos e fóruns

nacionais e internacionais anualmente. Porém Bowman (2008), alerta sobre a importância de aprender com os erros e com as repetidas falhas na instalação dos revestimentos cerâmicos. Lamenta como a indústria cerâmica é incapaz de aprender com os erros do passado e deixa uma questão: “Quando desenvolveremos tecnologias necessárias e um programa educacional para prevenir os problemas no sistema revestimento cerâmico?”

A experiência brasileira confirma o questionamento de Bowman (2008) afirmando que as pesquisas acadêmicas, baseadas em diferentes linhas metodológicas, realizadas durante uma década e meia apresentam possíveis soluções às patologias referente ao sistema revestimento cerâmico. Porém a aproximação entre a dinâmica das pesquisas acadêmicas e do mercado de revestimento cerâmico ainda está longe de tornar-se realidade. Existem ainda muitas barreiras para o progresso do setor.

Neste sentido, na busca de compreender como este setor encontra-se estruturado na atualidade, além de realizar uma revisão da literatura sobre as patologias do sistema revestimento cerâmico (SRC) a fim de contribuir com os estudos relacionados à temática, procurou-se conhecer e analisar a realidade de um canteiro de obra de recuperação de fachadas com patologias no sistema de revestimento cerâmico e compreender como ocorre o processo de recuperação das mesmas.

A dissertação está estruturada em seis capítulos. Este, o **capítulo 1** busca justificar a importância do tema proposto no subsetor de edificações e expõe a estruturação do presente trabalho. No próximo item, são esclarecidos os objetivos do trabalho proposto que pretendem ser atingidos pela pesquisa.

O **capítulo 2** faz a exposição detalhada da metodologia a ser utilizada em todo o trabalho justificando o porquê da adoção da mesma.

O **capítulo 3** apresenta uma abordagem sobre o sistema revestimento cerâmico e suas partes constituintes. Posteriormente, são contextualizadas as patologias relacionadas ao sistema revestimento cerâmico (SRC) e as patologias que tem relações com os revestimentos cerâmicos de fachada (RCF), considerado um subsistema devido sua importância no contexto geral do edifício.

O **capítulo 4** aborda a criação das instituições ligadas ao setor de nível nacional, estadual e regional. Foi feito ainda um estudo pormenorizado do atendimento ao consumidor realizado por uma das instituições sobre as causas e as origens das patologias mais frequentes, durante um período de quatro anos, seguida de uma síntese sobre o papel das instituições do setor.

O **capítulo 5** contém a apresentação detalhada do estudo de casos. O objetivo da pesquisa de campo é realizar uma investigação em um número pequeno de edifícios, de forma a permitir a identificação de importantes aspectos referentes às patologias no sistema revestimento cerâmico, mais especificamente às patologias relacionadas ao sistema revestimento cerâmico de fachadas, bem como às relações com a falta de formação dos profissionais envolvidos no setor, concedendo à pesquisa um caráter de exploração. Estes profissionais envolvidos são os projetistas–especificadores, os assentadores, os fabricantes e os revendedores de revestimento cerâmico. Portanto, decidiu-se fazer a investigação em um número restrito de edifícios, durante os anos de 2007 a 2009, tendo como objetivo uma pesquisa qualitativa.

O **capítulo 6** apresenta as considerações finais que contém uma análise quanto ao cumprimento dos objetivos propostos para o trabalho de pesquisa e também relaciona as dificuldades encontradas para que estes fossem alcançados. Posteriormente oferece propostas para trabalhos futuros que possibilite a continuidade e consolidação do conhecimento na área, logo após há os anexos e as referências.

1.1. Objetivos

Realizar uma revisão da literatura sobre as patologias do sistema revestimento cerâmico (SRC) a fim de contribuir com os estudos relacionados à temática.

Conhecer e analisar a realidade de um canteiro de obra de recuperação de fachadas com patologias no sistema de revestimento cerâmico e compreender como ocorre o processo de recuperação das mesmas.

Capítulo 2

Metodologia

Com a finalidade de cumprir os objetivos propostos, a pesquisa utilizou uma metodologia desenvolvida em duas macro etapas: uma revisão da literatura e uma pesquisa de campo.

Na primeira etapa procurou-se buscar conhecimentos, através de uma revisão de literatura. Segundo Miguel (2007), as revisões de literatura são um meio de identificar, conhecer e acompanhar o desdobramento da pesquisa em uma área do conhecimento específica e possibilita a sugestão de idéias em futuras pesquisas.

Um estudo realizado por Miguel (2007), em que se baseou em Noronha; Ferreira (2000) e Gil (1996), apresentou a seguinte classificação:

- 1.analítica ou de base;
- 2.abrangência: temporal ou temática;
- 3.função: histórica ou de atualização e
- 4.tipo de análise desenvolvida: bibliográficas ou críticas.

Nesta perspectiva, realizou-se uma revisão da literatura de atualização, abrangendo um levantamento e análise da bibliografia nacional e internacional disponível sobre o objeto de estudo. Conferem pesquisas em livros, artigos técnicos em periódicos especializados, anais de seminários e congressos, boletins técnicos, dissertações de mestrado, teses de doutorado, publicação em revistas especializadas e jornais. Utilizamos também busca na base de dados DEDALUS, e conhecimentos disponíveis em redes de informação por computador, publicações de Universidades (UFSCar, Unicamp, Unesp, UFSC), na biblioteca do Instituto de Pesquisas Tecnológicas– IPT, além das análises dos dados da Unidade Técnica do Centro de Informações Tecnológicas do Centro Cerâmico do Brasil- CITEC/CCB.

Os dados desenvolvidos nesta primeira etapa estão apresentados no terceiro e no quarto capítulo desta dissertação. É importante salientar que estes capítulos serviram de embasamento teórico para avançar na etapa seguinte que consiste na elaboração dos questionários e nos estudos de casos.

A segunda etapa, denominada estudo de caso foi realizada em três edifícios em recuperação de fachada com patologias. O critério de escolha foi feito devido ao destacamento de placas cerâmicas aparentes e em grande extensão. Iniciou-se os estudos de caso no último semestre de 2007 e concluiu-se no início de 2009. Selecionou-se três casos patológicos de destacamento cerâmico de fachada de

edifício na cidade de Piracicaba-SP. O propósito da pesquisa de campo foi percorrer as obras, para conhecer como estas patologias ocorrem na realidade e como vem sendo solucionadas pelas empresas responsáveis. Não houve intenção de realizar um levantamento estatístico, o qual seria necessário o envolvimento de um número maior de empresas. Decidiu-se então pela realização de uma pesquisa qualitativa.

A pesquisa qualitativa pode ser definida como uma investigação que não utiliza elementos estatísticos para análise de dados, não enumera nem mede os eventos estudados, utiliza o pesquisador como ferramenta essencial para construção e coleta de dados, faz uso do ambiente natural como procedência direta para obter as informações necessárias, apropria-se da indução para analisar os dados e tem caráter descritivo (HOLANDA, 2003).

A pesquisa qualitativa possui a modalidade denominada **estudo de caso**, que segundo Holanda (2003) é uma estratégia utilizada quando o pesquisador tem pouco ou nenhum controle sobre os acontecimentos, quando há um objetivo a ser explorado com a finalidade de compreender um problema e quando não há espaço para intervenções e as evidências estão em fenômenos contemporâneos dentro de algum fato real.

Segundo Miguel (2007), metodologicamente a condução de um estudo de caso é uma tarefa complexa, pois os trabalhos correm o risco de críticas devido às limitações metodológicas na escolha do(s) caso(s), análise de dados, e provável conclusão baseada em evidências.

Para o autor o estudo de caso(s) é a abordagem aprofundada de um ou mais objetos em que será realizada uma pesquisa empírica com análise ampla e detalhada. O objetivo principal é pormenorizar a análise diante de um problema ainda sem solução definida, na tentativa de incentivar a compreensão, formando hipóteses e questões ou ainda criando uma teoria. Podem, ainda, ser classificados quanto:

1. o objetivo final e o conteúdo: exploratórios, explanatórios, ou descritivos ou
2. quantidade de caso: caso único–holístico ou incorporado ou casos múltiplos também holísticos ou incorporados. (Ibidem).

Todos os tipos de estudo de casos procuram esclarecer o porquê da tomada daquelas decisões, como foram aplicadas e quais os resultados alcançados, é uma ferramenta utilizada para pesquisas que tenham a intenção de fazer avaliação crítica e analítica, com o objetivo de criar e propor soluções inovadoras. (Ibidem)

Miguel (2007) afirma que a estruturação do estudo de caso possui dois níveis de decisões metodológicas, uma que pode ser considerada de ordem estratégica e outra operacional. O nível estratégico consiste na escolha da abordagem metodológica da pesquisa que pode ter vários direcionadores como um autor específico, base na literatura, sugestão do orientador ou um colega, afinidade com determinado método. O nível operacional consiste na condução da investigação. Inicialmente deve-se definir o referencial conceitual-teórico para a pesquisa e posteriormente o mapeamento sobre o assunto na literatura. Este mapa facilita a identificação de trabalhos teóricos ou empíricos sendo que a busca bibliográfica ajuda a identificar falhas em que a pesquisa possa ser justificada. O referencial teórico também pode ser utilizado para colocar os limites do que será investigado oferecendo à pesquisa suporte teórico (fundamentos), grau de evolução (estado da arte) e ainda familiaridade com o tema para o pesquisador.

Quanto ao nível estratégico, este trabalho utilizou como referencial conceitual-teórico a literatura levantada e quanto ao nível operacional, depois da definição da linha de pesquisa, procurou-se cruzar os dados emitidos pelo CITEC/CCB e as análises realizadas nos estudos de casos com o levantamento bibliográfico.

Eisenhardt, (1989) coloca que o uso de fontes de dados variadas e a interação entre os constructos¹ desenvolvidos proporciona à pesquisa maior validade construtiva. (*apud* Miguel, 2007).

Por ser um método que envolve análise descritiva com propriedade exploratória, deduziu-se que essa seria uma maneira de conseguir alcançar os objetivos propostos. Sendo assim, focalizou-se uma unidade em diferentes níveis hierárquicos como: a obra de um edifício; o(s) proprietário(s), o(s) engenheiro(s), o responsável pela construção, o mestre, o(s) servente(s) e o(s) ajudantes(s).

¹ Segundo Miguel (2007), constructos (constructs): elemento retirado da literatura que constitui um conceito a ser verificado empiricamente.

O trabalho da pesquisa de campo se restringe à análise das patologias referentes à tecnologia de construções de fachada de edifícios revestidos com cerâmica, com ênfase no destacamento de fachadas. Optou-se por fazer o estudo de casos nas empresas construtoras e subempreiteiras que atuam na recuperação de fachadas da cidade de Piracicaba.

Antes de conseguir os contatos pretendidos, houve diversas conversas entre pesquisador, engenheiros, mestres de obras, encarregados, assentadores e porteiros dos edifícios, foram feitas muitas visitas às empresas e aos edifícios em análise. O critério para estabelecer qual empresa estudar, balizou-se na disposição desta contribuir para o desenvolvimento da pesquisa. Foram eleitas duas empresas, uma pequena construtora e uma subempreiteira, sendo que a construtora foi responsável pelo serviço de recuperação do edifício A (detalhado a seguir) e a subempreiteira responsável pelo serviço de recuperação dos edifícios B e C (também detalhados a seguir). Houve grande dificuldade para o início da pesquisa de campo com estas empresas até iniciar o processo do levantamento dos dados devido à disponibilidade de horário dos responsáveis pela obra.

O processo de realização da coleta de dados para análise foi composto por entrevistas e observações de campo em canteiro de obras. Seguindo a afirmação de Miguel (2007) que para se obter informações consistentes, as entrevistas devem abranger indivíduos de diferentes níveis hierárquicos, áreas funcionais, gênero, e escolaridade. A coleta de dados ocorreu através de entrevistas com profissionais diversos, como os coordenadores, engenheiros, mestres, encarregados, porteiros e moradores.

Considerada uma técnica de pesquisa muito antiga, as entrevistas são essenciais para conseguir reunir informações basicamente de caráter qualitativo. As entrevistas geralmente dividem-se em três categorias:

1. estruturadas;
2. semi-estruturadas e
3. abertas ou informais.

As entrevistas estruturadas e semi-estruturadas se assemelham por terem um roteiro orientador mais ou menos ordenado. As estruturadas possuem perguntas

pré-articuladas; nas abertas ou informais, o entrevistador conduz o assunto abordado com mais liberdade. As semi-estruturadas podem ser entendidas como a articulação destas outras duas.

As entrevistas realizaram-se de forma semi-estruturada e informalmente, mediante questionários elaborados pela pesquisadora. As entrevistas semi-estruturadas foram criadas a partir de uma lista de perguntas preestabelecidas. As entrevistas informais diferem de uma simples conversa por terem uma finalidade específica de esclarecer questões que estabeleçam as relações entre o processo de recuperação dos edifícios analisados que apresentam patologias no revestimento cerâmico de fachada (RCF) com o levantamento feito na revisão de literatura das patologias mais freqüentes. No anexo B constam os questionários utilizados para as entrevistas.

Capítulo - 3

O Sistema Revestimento Cerâmico - SRC

3.1 O conceito Sistema Revestimento Cerâmico

O Sistema Revestimento Cerâmico é composto de múltiplas camadas formadas por substrato, chapisco, emboço, camada de fixação (argamassa colante) e camada de acabamento (placas cerâmicas e rejuntamento). Pode-se observar em seguida um esquema do conceito de múltiplas camadas.

Figura 1. Conceito de múltiplas camadas

Fonte: Sabbatini, F.H.; et. al. (2003)

O substrato é a base do sistema de revestimentos cerâmicos, formado, na maioria das vezes, pela estrutura de concreto e pela alvenaria de vedação que são construídas de blocos cerâmicos, de concreto, de concreto celular ou ainda de blocos sílico-calcários.

Segundo Collantes (1998), os movimentos diferenciais entre as camadas causam tensões de tração e cisalhamento. Ribeiro (2006) afirma que, principalmente quando se trata de revestimento de fachada, é de extrema importância respeitar todas as camadas como o chapisco (preparação do substrato), para a aderência na interface entre a base e a camada de emboço.

O emboço, camada de regularização da superfície, geralmente construída com argamassa inorgânica, tem como função a absorção de deformações entre a camada de revestimento cerâmico e a base, deve ser capaz de distribuir e absorver tensões das movimentações diferenciais (responsáveis pelas tensões de tração e cisalhamento). Contribui para a estanqueidade do conjunto do vedo.

Segundo a NBR 13749 (ANBT, 1996), recomenda-se que a camada de emboço em revestimentos externos tenha de 20 a 30 mm de espessura.

A camada de fixação é responsável pela união entre as placas cerâmicas e o emboço através de uma “cola” denominada argamassa colante industrializada. Esta camada deve ter a capacidade de suportar as tensões de tração e cisalhamento das interfaces, pois, se as tensões forem maiores que sua resistência de aderência, ocorre o destacamento da placa cerâmica ou até mesmo da superfície de emboço.

A camada de acabamento, segundo Ribeiro (2006), é a camada que mais sofre pela ação das intempéries por estar mais exposta. É a camada final do sistema, formada pelas placas cerâmicas e pelas juntas de assentamento preenchidas de argamassa de rejuntamento. Esta camada deve possuir propriedades e características para suportar as variações dimensionais a que estará submetida².

Conforme define Lima (2003), o sistema revestimento cerâmico (SRC) é formado pela relação entre a placa cerâmica, argamassa de assentamento e rejunte, sendo a camada anterior composta de base, chapisco e impermeabilizante. Como esse sistema é formado por várias camadas, com materiais e comportamentos diferentes, a especificação correta e detalhada dos materiais e a qualidade dos serviços de execução são imprescindíveis para que se obtenha um bom resultado na obra. Além de optar adequadamente pelo revestimento, é fundamental cumprir meticulosamente todas as etapas da técnica escolhida.

Segundo a NBR 13755 (ABNT, 1996), o sistema revestimento cerâmico é composto pela reunião de camadas superpostas e estreitamente ligadas, formadas pela estrutura-suporte, alvenarias, camadas seguidas de argamassas e revestimento final, que tem a função de proteger o edifício da ação da chuva, da umidade, da poluição e do desgaste mecânico causado pela ação do vento e de partículas sólidas, além de oferecer tratamento estético à edificação.

Feres (2004), descreve o sistema de revestimento como o conjunto dos elementos que compõe as diversas camadas do sistema. As camadas são: base ou

² No item 2.1.3 estão descritas as características das placas cerâmicas.

substrato (alvenaria ou estrutura de concreto), preparo da base (chapisco), camada de fixação (argamassa colante) e camada de acabamento (placas cerâmicas e rejuntamento).

O Revestimento Cerâmico compõe, portanto, um sistema formado por diversas camadas, onde cada uma possui um comportamento específico, diferente das outras. Cada camada é considerada um subsistema, formando o Sistema Revestimento Cerâmico (SRC). Dessa forma, é preciso ter conhecimento da inter-relação entre as camadas do sistema, da execução de cada subsistema, bem como da especificação para conseguir qualidade e Durabilidade tanto dos materiais quanto de todo o edifício. Todos os requisitos de desempenho do sistema revestimento cerâmico de um edifício estão relacionados à estabilidade do edifício.

3.2 Placa cerâmica

O setor cerâmico é dividido em vários segmentos, devido à heterogeneidade na aplicação do material. Segundo a classificação da Associação Brasileira de Cerâmica ABC (2009), a placa cerâmica se encaixa no segmento de materiais de revestimentos. São usadas na construção de edifícios, em ambientes internos e externos como pisos, paredes, piscinas e bancadas.

Cerâmica é uma composição de argila e outras matérias-primas inorgânicas produzidas em altas temperaturas e abrange os materiais inorgânicos, não metálicos. As Matérias-primas orgânicas ou naturais são utilizadas da mesma forma que foram extraídas da natureza, passam por um tratamento físico para eliminação de impurezas indesejáveis, sem causar mudanças na composição química e mineralógica dos componentes principais. Matérias-primas, as inorgânicas ou sintéticas são as que, isoladas ou misturadas com outra(s) substância(s) já passaram por um tratamento térmico como a calcinação, sinterização, fusão e fusão/redução ou são produzidas por processos químicos.

3.3 Processo de fabricação

As etapas do processo de fabricação, descritas resumidamente a seguir, referem-se a todos os tipos de revestimentos cerâmicos fabricados pelas empresas brasileiras do setor. Abrangem as etapas de preparação da matéria-prima e da massa, formação das peças, tratamento térmico e acabamento.

Segundo Barbosa, et. al. (2008), para que não ocorram problemas durante o processo industrial e se obtenha um produto de boa qualidade, as etapas de extração e armazenamento das matérias-primas são essenciais, incluindo os métodos de controle e os ensaios de caracterização. Na maioria das vezes, estas etapas do processo de fabricação cerâmico não ocorrem nas instalações da planta industrial.

Segue a descrição do processo de fabricação do revestimento cerâmico desde a preparação da matéria-prima:

a. Moagem

O processo de fabricação começa com a moagem, ou seja, com a preparação da matéria-prima que pode ser feita através de dois métodos: úmido e seco.

No processo de fabricação por via úmida, para conseguir a granulometria e a plasticidade necessárias, acrescenta-se aproximadamente 35% de água à matéria-prima e a massa formada é misturada em moinhos com seixos que giram continuamente. Após a moagem, as partículas são atomizadas, pulverizadas e se necessário, ainda são secas num equipamento, o “spray dryer”, para obtenção de até 7% de umidade.

O processo de fabricação por via seca é conhecido pela moagem a seco, que é feita em moinhos de martelo, peneirando a mistura para obtenção da granulometria desejada. As vantagens do processo via seca em relação ao processo via úmida são conhecidas pelo menor custo energético, principalmente pela redução de 80% de energia elétrica, menor custo com manutenção, não utiliza defloculantes e aditivos, reduzindo ainda mais o custo e causa menor impacto ambiental (LOLLI, NASSETTI e MARINO, 2000).

b. Conformação

Após a moagem, ocorre o processo de conformação da peça cerâmica, que está relacionado com a forma da peça e as propriedades da matéria-prima (grau de umidade e plasticidade). Pode ser executado de duas maneiras: por extrusão ou por prensagem.

Na extrusão, a umidade da massa cerâmica varia de 18 a 30%. A massa passa por um orifício de metal, denominado maromba, para que adquira forma. Posteriormente, é cortada nas dimensões pré-estabelecidas, é levada para secagem e, finalmente, para a linha esmaltadeira (SICHIERI, 2003).

A massa cerâmica na conformação por prensagem tem aproximadamente 7% de umidade. Na monoqueima é comum a utilização da prensa hidráulica; na biqueima, utiliza-se a prensa de fricção ou a hidráulica (SICHIERI, 2003).

Os revestimentos cerâmicos podem ser esmaltados e não esmaltados. Os não esmaltados saem da conformação diretamente para secagem e são imediatamente conduzidos para a queima. Os revestimentos esmaltados saem da conformação e passam pelo processo de esmaltação, que consiste na aplicação do esmalte ou da serigrafia na parte lisa do biscoito. A ordem desta etapa pode acontecer de várias maneiras:

- o pó do esmalte e a massa do biscoito são prensados conjuntamente;
- quando há monoqueima, depois da placa passar pelos secadores, vão para a linha esmaltadeira;
- quando há biqueima, depois da primeira queima do biscoito, a placa passa pela esmaltadeira.

c. Tratamento Térmico

Na fabricação das placas cerâmicas, o processamento térmico é responsável pela qualidade do desenvolvimento das propriedades finais do produto. A secagem e a queima são etapas que passam por esse tratamento (http://www.abceram.org.br/asp/abc_51.asp).

A secagem ocorre depois do processo de conformação, quando as peças ainda apresentam uma quantidade indesejada de água devido à preparação e mistura da massa. Essa água precisa ser eliminada gradualmente a fim de evitar tensões e defeitos posteriores. Utilizam-se secadores movidos a gás descontínuos e permanentes e as temperaturas variam de 50°C a 150°C.

Na queima, também denominada sinterização, as peças adquirem suas propriedades finais. É necessária uma curva de queima que irá determinar a temperatura certa para cada etapa. A temperatura eleva-se, proporcionando as características de dureza e resistência do produto na medida em que ocorrem as reações químicas. Esse tratamento térmico ocorre depois da secagem das peças que são colocadas em fornos permanentes ou descontínuos e são expostas a temperaturas que variam de 800°C a 1700°C, trabalhando em três fases. Primeiramente, a temperatura ambiente é aquecida até alcançar a temperatura estipulada; logo após, mantém-se durante um tempo pré-estabelecido, à temperatura estipulada e, então, ocorre o resfriamento que chega a temperaturas inferiores a 200°C.

O tempo do ciclo de queima pode variar de alguns minutos a três dias, dependendo da composição da massa cerâmica. Durante o tratamento térmico, ocorrem várias transformações como perda de massa, desenvolvimento de novas fases cristalinas, formação de fase vítrea e soldagem dos grãos que dependem das características das diferentes matérias-primas. Obtem-se produtos de diferentes qualidade e aplicabilidade os quais estão vinculados aos componentes da massa cerâmica.

O tratamento térmico pode ser de três tipos: biqueima, monoqueima e terceira queima. Na **biqueima**, a peça passa duas vezes pelo forno e é mais comum a utilização do forno túnel. Na primeira queima, a temperatura máxima chega a 1100°C e ocorrem as reações físico-químicas que proporcionam resistência e estabilidade ao biscoito. Depois da esmaltação, a peça retorna ao forno a uma temperatura de aproximadamente 980°C para a vitrificação do esmalte. Na **monoqueima** é utilizado o forno a rolos que reduz o custo com combustíveis diminuindo, portanto, o custo do produto final. Dentre os três métodos de queima, este é o mais econômico. A **terceira queima** é utilizada em peças com produção

artesanal. Na maioria das vezes, a placa chega da fabricação em série, é decorada em um ateliê e, para fixação da decoração, passa por uma nova queima. Esse processo gera um aumento significativo no custo do produto final.

d. Acabamento

Polimento, corte e furação são alguns dos exemplos de acabamentos de determinados revestimentos cerâmicos que requerem este trabalho adicional pós-queima para obter as características desejadas, não alcançadas durante o processo de fabricação da peça.

Figura 2. Processo de Fabricação de revestimento cerâmico por via seca

Fonte: (http://www.abceram.org.br/asp/abc_51.asp).

Figura 3. Processo de Fabricação de revestimento cerâmico por via úmida

Fonte: (http://www.abceram.org.br/asp/abc_51.asp).

3.4 Características do revestimento cerâmico

Há diversos tipos de revestimentos cerâmicos, classificados conforme suas características físicas e químicas e, como já foi descrito, essa diversificação está relacionada com a matéria-prima empregada e todo processo produtivo da placa cerâmica. Para uma correta especificação do produto, é necessário conhecer suas características.

As características do revestimento cerâmico segundo Sichieri (2003), compreendem:

a. Absorção de água

A variação de absorção de água nos revestimentos cerâmicos é de praticamente zero para porcelanatos até 20% para azulejos, como pode ser visto na tabela 1. Esta propriedade está diretamente relacionada com a porosidade da placa.

Tabela 1. Grupos de absorção de água

GRUPOS	CÓDIGO	ABSORÇÃO DE ÁGUA (%)
GRUPO I	Ia	$0 < \text{abs} \leq 0,5$
	Ib	$0,5 < \text{abs} \leq 3,0$
GRUPO II	IIa	$3,0 < \text{abs} \leq 6,0$
	IIb	$6,0 < \text{abs} \leq 10,0$
GRUPO III	III	abs acima de 10,0

Fonte: GUIA para revestimentos cerâmicos

Segue a tabela 2, criada para codificar os grupos de absorção de água em função dos métodos de fabricação.

Tabela 2. Codificação dos grupos de absorção de água em função dos métodos de fabricação

Absorção de água (%)	Métodos de fabricação		
	Extrudado (A)	Prensado (B)	Outros ©
$\text{abs} \leq 0,5$	AI	Bla	CI
$0,5 < \text{abs} \leq 3,0$		BIb	
$3,0 < \text{abs} \leq 6,0$	AIIa	BIIa	CIIa
$6,0 < \text{abs} \leq 10,0$	AIIb	BIIb	CIIb
$\text{abs} > 10,0$	AIII	BIII	CIII

Fonte: GUIA para revestimentos cerâmicos

b. Resistência à ruptura

A resistência à ruptura pode ser medida através da carga de ruptura (N ou Kgf), que deriva do próprio material; quanto menor a porosidade, maior a resistência à compressão e à espessura da peça ou pelo módulo de resistência à flexão (N/mm² ou N/cm²), que é a resistência do material.

Tabela 3. Relação entre absorção e resistência à ruptura

Nomenclatura Usual	Grupo ISO 13006	Absorção de água	Carga de Ruptura
Porcelanato	BIa	0 a 0,5%	≥ 1300
Grés	BIb	0,5 a 3,0%	≥ 1100
Semi-Grés	BIIa	3,0 a 6,0%	≥ 1000
Semi-Poroso	BIIb	6,0 a 10,0%	≥ 800
Poroso	BIII	10,0 a 20,0%	≥ 600
Azulejo	BIII	10,0 a 20,0%	≥ 400
Azulejo Fino	BIII	10,0 a 20,0%	≥ 200

Fonte: GUIA para revestimentos cerâmicos

c. Resistência mecânica ao impacto e à compressão

A resistência mecânica ao impacto é solicitada nos casos em que o ambiente será usado para trabalhos com cargas pesadas. A resistência mecânica ao impacto e à compressão são características essencialmente de pisos.

d. Resistência à abrasão

A resistência à abrasão está relacionada com o desgaste superficial da placa cerâmica, quando esta for submetida ao tráfego intenso de pessoas ou ao contato constante com objetos (como por exemplo a área em frente à bancada de trabalho da cozinha ou o local que recebe os pés da cadeira em frente à mesa do computador). Os grupos de resistência à abrasão servem de referência para a especificação do material. Estão diretamente relacionados com as características do esmalte e com a carga de ruptura, sendo classificadas para as placas esmaltadas em grupos de abrasão superficial, e para as placas não esmaltadas em grupos de abrasão profunda. A resistência à abrasão é uma característica necessária apenas pra uso em pisos.

Tabela 4. Resistência à abrasão superficial (esmaltados)

Grupo	Resistência à abrasão	Recomendações de uso
Grupo 0	Baixíssima	Paredes
Grupo1 /PEI-1	Baixa	Banheiros residenciais
Grupo2 /PEI-2	Média	Ambientes residenciais sem porta para fora
Grupo3 /PEI-3	Média Alta	Ambientes residenciais com porta para fora
Grupo4 /PEI-4	Alta	Ambientes públicos sem porta para fora
Grupo5 /PEI-5	Altíssima e sem encardido	Ambientes públicos com porta para fora

Fonte: GUIA para revestimentos cerâmicos

Tabela 5. Resistência à abrasão profunda (não esmaltados)

Classe (Prensados)	Resistência à abrasão profunda	Classe (Extrudados)	Resistência à abrasão profunda
Bia	Menor ou igual a 175 (altíssima)	AI	Menor ou igual a 275 (alta)
BIb	Menor ou igual a 275 (alta)		
BIIa	Menor ou igual a 345 (média)	AIla	Menor ou igual a 393 (média)
BIlb	Menor ou igual a 540 (baixa)	AIlb	Menor ou igual a 649 (baixa)
BIII	(baixíssima)	AIII	Menor ou igual a 2365 baixíssima)

Fonte: GUIA para revestimentos cerâmicos

e. Resistência ao risco

Para a classificação desta característica da placa cerâmica, utiliza-se a referência da dureza do diamante na classe Mohs. Os pisos rústicos possuem maior resistência ao risco que os pisos brilhantes. Ainda não há normalização no Brasil quanto à resistência ao risco para produtos cerâmicos.

f. Resistência ao escorregamento

O coeficiente de atrito é a medida para o teste ao escorregamento. A resistência ao escorregamento é uma medida necessária para a segurança do usuário quando há presença de água ou outra substância na superfície da placa cerâmica.

Tabela 6. Coeficiente de Atrito

Valor	Indicações	Características Básicas das Superfícies
$\leq 0,4$	Desaconselhável para áreas externas	Lisa e Brilhante
0,4 a 0,7	Para áreas externas em nível	Granilhada; esmalte acetinado não liso; esmalte fosco e não liso; esmalte rústico
$\geq 0,7$	Para áreas externas em aclave ou declive	Rústico não esmaltado; pisos antiderrapantes esmaltados especiais

Fonte: GUIA para revestimentos cerâmicos

g. Dilatação térmica e expansão por umidade

A placa cerâmica pode sofrer expansão devido à dilatação térmica ou à expansão por umidade. A expansão por umidade ocorre com mais frequência em ambientes úmidos como banheiros e piscinas e possui um valor máximo aceitável por norma de 0,6 mm/m. A dilatação térmica acontece em locais sujeitos a grandes temperaturas como lareiras e churrasqueiras e adota-se um coeficiente linear que varia entre 4×10^{-6} e $10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

h. Gretamento

O gretamento ocorre apenas nas peças esmaltadas. São fissuras na superfície da peça cerâmica. Na maioria das vezes, é causado pela expansão por umidade quando o esmalte não acompanha a movimentação da base e trinca, ficando com um formato de micro veias.

i. Resistência ao gelo

Esta característica está sujeita à absorção de água da peça: será mais resistente ao gelo quanto mais baixa for a absorção de água. Esta característica é aplicada apenas em locais sujeitos a temperaturas muito baixas.

j. Resistência a manchas

A resistência a manchas indica o grau de limpabilidade da superfície do material cerâmico; quanto mais lisa, mais fácil é a limpeza.

Tabela 7. Resistência à Manchas

Classe	Resistência
1	Impossibilidade de remoção
2	Removível com ácido clorídrico, acetona
3	Removível com produto de limpeza forte
4	Removível com produto de limpeza fraco
5	Máxima facilidade de remoção

Fonte: GUIA para revestimentos cerâmicos

k. Resistência ao ataque químico

Toda placa cerâmica deve ser classificada quanto à resistência ao ataque químico. Divide-se em duas classes: a residencial, que é a capacidade de resistência aos produtos domésticos (obrigatória a toda placa), e a industrial, que mede a capacidade de resistência à ácidos concentrados (aplicada em casos especiais).

Tabela 8. Resistência ao Ataque Químico

Produto	Concentração	A	B	C
Ácidos e Álcalis	H (alta) L (baixa)	HÁ LA	HB LB	HC LC
Produtos domésticos		A	B	C

A-alta resistência; B- média resistência; C-baixa resistência

Fonte: GUIA para revestimentos cerâmicos

l. Resistência ao chumbo e ao cádmio solúvel

Estas características são necessárias aplicadas e para ambientes que manipulam alimentos, onde as condições não admitem que o revestimento cerâmico libere chumbo ou cádmio quando em contato com ácido acético.

m. Estabilidade e diferença de tonalidade

Sob a ação da luz natural, mesmo os raios ultravioletas, não provocam desbotamento, causando estabilidade ou diferença de tonalidade na superfície da placa cerâmica.

n. Resistência ao fogo

Os revestimentos cerâmicos são totalmente seguros e resistentes ao fogo, servindo de isolantes no caso de incêndios. Proporcionam grande proteção à estrutura de um edifício quando submetidos ao fogo.

o. Higiene

Devido à facilidade de limpeza das placas cerâmicas, estas são indicadas para locais onde a higiene é uma exigência. A superfície da peça não absorve líquidos, nem vapores, nem odores ou fumaça.

p. Condutividade elétrica

O material cerâmico é um isolante elétrico, portanto não guarda cargas eletrostáticas representativas. Em ambientes que necessitam de condições especiais, como o caso de equipamentos eletrônicos de precisão, é indicado o uso de revestimentos cerâmicos eletro-condutores antiestática.

q. Condutividade térmica

O material cerâmico é um isolante térmico e possui um coeficiente de condutividade térmica que varia de 0,5 a 0,9 kcal/m h.°C.

r. Peso

A carga da placa cerâmica oscila de 10 a 15 kg/m² para os revestimentos de parede e de 19 a 24 kg/m² para os pisos. A variação do peso depende do material utilizado no processo de fabricação.

s. Características geométricas

As características geométricas podem ser divididas em três tipos: a ortogonalidade, a retitude e a planaridade. A ortogonalidade indica se os lados da placa cerâmica estão perpendiculares entre si e se seus ângulos estão retos; a retitude de lados da placa indica se os lados da peça apresentam curvaturas para dentro e/ou para fora; a planaridade subdivide-se em três características: a curvatura central, a lateral e o empeno. A curvatura central apresenta-se como um efeito convexo no centro da peça cerâmica, a curvatura lateral apresenta-se da mesma forma da central, porém o grau é maior, sendo visível no(s) lado(s) da peça; o

empeno manifesta-se como uma deformação transversal ou longitudinal da peça cerâmica, formando um aspecto encurvado em pelo menos um dos vértices.

A norma 13817 estipula uma margem de variação dimensional quanto às características geométricas das placas cerâmicas. A seguir ilustrações que mostram estas características.

Figura 4. Características geométricas
Fonte: <http://www.batistella.com.br>

3.5 Argamassa colante

A argamassa colante industrializada é responsável pela fixação da placa cerâmica com o emboço e possui como propriedade, resistência às tensões de tração e cisalhamento entre as camadas da interface do sistema revestimento cerâmico: emboço-camada de fixação, camada de fixação-placa cerâmica.

Akiama, et al., (1997); Medeiros; Sabattinni, (1999) denominam argamassa adesiva para designar argamassa colante. Segundo Silva (2003), as normas EN 12004 (CEN, 2001) e BS 5980 (BSI, 1980) utilizam o termo “*adhesives for tiles*” que compreende, além da argamassa à base de cimento, adesivos à base de emulsão e resinas de reação, o que pode ser considerado como um conceito mais genérico do que argamassa colante. Porém, entre os profissionais da área de engenharia de edifícios, o termo mais comumente empregado é argamassa colante.

A definição da NBR 14081 para argamassa colante industrializada é “produto composto de cimento Portland, agregados minerais e aditivos químicos que, quando misturados com água, forma uma pasta viscosa, plástica e aderente, empregada no assentamento de placas cerâmicas para revestimento.

A classificação das argamassas colantes para revestimento cerâmico é dividida em três classes principais, segundo a composição química:

- Argamassas à base de cimento: junção de agentes ligantes hidráulicos, cargas minerais e aditivos orgânicos que misturados com água ou polímero pré-dosado separadamente, formam uma “cola”;
- Argamassas de emulsão: junção de uma emulsão líquida de polímero, composta de agentes orgânicos ligantes, aditivos orgânicos e cargas minerais, pronto para uso;
- Adesivos de resina de reação: junção de resinas sintéticas, cargas minerais e aditivos orgânicos, onde o endurecimento acontece por reação química.

A utilização da argamassa colante industrializada dispensa a necessidade de molhar previamente as peças cerâmicas antes de assentá-las, por possuir retentor de água. Essa é a maior diferença entre a utilização do método convencional, que utiliza argamassa comum, e do método que utiliza a argamassa colante industrializada. No mercado brasileiro, o uso de argamassas colantes à base de cimento Portland predomina em relação às outras.

De acordo com a Norma 13530, as argamassas colantes são classificadas segundo sua aplicabilidade:

- ACI: Argamassas colantes para interiores;

- ACII: Argamassas colantes para exteriores;
- ACIII: Argamassas colantes de alta resistência;
- ACIII-E: Argamassas colantes especiais.

Segundo Perez (2003), o que evidencia a diferença entre as argamassas é sua resistência ao arrancamento, enquanto as ACI e as ACII tem 0,5MPa, as ACIII e ACIII-E tem 1,00MPa. Entre as ACIII e ACIII-E, o tempo em aberto é que muda: para as ACIII é de 20 minutos e para as ACIII-E é de 30 minutos.

A aderência entre a argamassa, o substrato e a placa ocorre através de uma reação físico-química. Na argamassa colante, a base de cimento o mecanismo de adesão mecânica ocorre predominantemente às outras. Durante o processo de endurecimento do cimento, formam-se substâncias hidratadas que favorecem os engastes mecânicos ao substrato (SICHIERI, 2003).

A resistência de aderência e o potencial de acomodar deformações são características da argamassa colante, responsáveis por garantir desempenho mecânico ao revestimento cerâmico diante das tensões nas várias camadas constituintes do SRC, causadas pelas variações de temperatura, pela pressão de sucção do vento e pelas mudanças higroscópicas do ambiente, principalmente em revestimentos cerâmicos de fachada, (RIBEIRO, 2006).

Perez (2003) explica que a aderência mecânica da argamassa colante ocorre com a penetração da argamassa nos poros do tardo³ e do substrato e para que isto aconteça, a pasta de argamassa precisa apresentar características de um fluido, capaz de expandir-se como os líquidos

Em pesquisa realizada por Almeida, (2005), observou-se que a adição de sílica ativa e copolímero estireno acrílico nas propriedades da argamassa de assentamento de porcelanato (Grupo Bla) melhoram consideravelmente as

³ Tardo³ é a face da placa cerâmica que recebe argamassa colante. Algumas placas possuem saliências para facilitar a fixação; as placas que são fabricadas pelo método extrudado possuem garras, o que facilita a ancoragem físico-mecânica entre o tardo³ e a argamassa. A presença de qualquer sujeira no dorso da placa, como pó ou o próprio engobe (camada protetora entre o esmalte e a base da placa cerâmica), reduz a capacidade de aderência.

propriedades da argamassa quanto à resistência mecânica, favorecendo a durabilidade de aderência e evitando a ruptura da placa com a argamassa.

Os critérios utilizados para classificação da argamassa colante segundo a Norma Brasileira são:

- desempenho nos ensaios de tempo em aberto (NBR 14083),
- deslizamento (NBR 14085) e
- arrancamento (NBR 14084).

Os ensaios de retenção de água são necessários para todos os usos de argamassa e os ensaios de flexibilidade são utilizados para usos específicos.

Os ensaios são realizados em laboratório em uma base denominada substrato padrão⁴. A seguir, uma breve descrição dos ensaios citados.

A retenção de água é indicada pelo tempo em aberto. Sichieri (2007) define o tempo em aberto como o intervalo de tempo entre a aplicação da argamassa até a formação de uma pele que impede a aderência. É o intervalo máximo de tempo, depois de estendidos os cordões em que as placas ainda podem ser assentadas dentro da resistência de arrancamento estabelecida pela Norma (informação verbal).⁵

O tempo em aberto é o período em que a argamassa colante pode ficar exposta ao ar sem perder suas propriedades, após ser misturada com água. A quantidade de água misturada e o tipo/quantidade do retentor que compõe a argamassa colante atingem o tempo em aberto. A definição do tempo em que a argamassa colante poderá permanecer aberta é diretamente proporcional à quantidade do retentor de água.

⁴ Substrato-padrão é uma base de concreto utilizada em ensaios de laboratório para testes com argamassa colante com dimensões definidas atendendo os requisitos exigidos pela NBR 14082 (1998). É composto de pedrisco, areia, cimento Portland e tela metálica como armação.

⁵ Informação fornecida por Sichieri em São Carlos, na disciplina de Revestimentos Cerâmicos na Arquitetura, do Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos - USP, em 2007.

O conceito de tempo em aberto é muitas vezes confundido com tempo de maturação e vida no balde. O tempo de maturação é o intervalo de descanso da argamassa colante após sua mistura, entre 10 e 15 minutos, servindo para que os aditivos possam iniciar sua reação. Após este procedimento, a argamassa colante deve ser re-misturada e então estará pronta para o uso. A vida no balde é o intervalo máximo de tempo no qual a argamassa colante pode ser utilizada depois de totalmente misturada. Esse período varia de duas a duas horas e meia.

Segundo Sichieri (2003), Perez (2003) e Bortoletto (2004), deslizamento é o movimento descendente da placa cerâmica sobre os cordões frescos quando aplicados sobre uma superfície vertical. O deslizamento está diretamente relacionado com o tempo em aberto e com as juntas de assentamento; quanto maior for a quantidade de água misturada aumentando o tempo em aberto, maior será a possibilidade de deslizamento da placa e quanto maior forem as juntas de assentamento, maior poderá ser o deslizamento.

O arrancamento ou resistência de aderência é uma característica das argamassas colantes à base de cimento que mede a aderência da argamassa colante à cerâmica, concedendo ao SRC a aderência necessária para suportar as tensões que ocorrem no edifício, como o movimento estrutural, as ações das intempéries e os recalques.

O destacamento das placas cerâmicas (falha na aderência das placas) é uma patologia ligada principalmente ao RCF. A imperfeição de aderência pode ocorrer, devido a:

- interface argamassa colante/substrato;
- interface argamassa colante/ placa cerâmica;
- camada de argamassa colante;
- ruptura no substrato;
- ruptura na placa cerâmica.

Os ensaios de flexibilidade são utilizados em argamassas colantes específicas para RCF, onde as exigências são mais rigorosas do que as das argamassas

colantes a serem aplicadas em uma área interna. A fachada de um edifício está exposta às ações das intempéries e às deformações estruturais que são as causas mais comuns das patologias relacionadas aos RCFs.

Segundo Medeiros (1999), para amenizar as deformações excessivas de um edifício, recomenda-se adotar juntas estruturais, principalmente entre pilares e a cada pavimento. Ribeiro (2006) afirma que após várias experiências no desenvolvimento de projetos para revestimentos concluiu-se que, a especificação dos detalhes construtivos (juntas de assentamento, todos os tipos de juntas de movimentação, juntas de trabalho, juntas de superfície e juntas de dessolidarização) constitui uma etapa que demanda mais tempo e atenção no processo do projeto de especificação de fachadas, pois necessita do levantamento e organização dos dados de diferentes informações⁶.

Devido ao uso de diferentes materiais no revestimento de fachadas de edifícios, considerando que cada material possui um coeficiente de dilatação diferente, que responde de formas diferentes às variações climáticas, existe em cada interface um acúmulo de tensões causadas por variados coeficientes de expansão térmica. Este fato explica a necessidade de especificar os detalhes construtivos como as juntas de movimentação em um projeto de RCF (PEREZ, 2003).

Segundo Perez (2003), um projeto completo de RCFs precisa considerar, além dos critérios já citados, a cor do revestimento cerâmico, as dimensões do revestimento, a flexibilidade da argamassa colante, a flexibilidade e a espessura da argamassa de rejuntamento. Existem outros fatores que colaboram para minimizar as tensões dos RCFs, como adotar juntas verticais a cada 6m, juntas horizontais a cada 3m ou a cada pé direito. Devem ser previstas juntas, também, em quinas e no encontro de diferentes materiais.

⁶ Estudo detalhado sobre juntas de movimentação na dissertação de mestrado de Fabiana Andrade Ribeiro (2006) intitulada: Especificação de juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios: Levantamento do Estado da Arte – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2006. Sobre a terminologia empregada, página 24, Tabela 2.3.

3.6 Argamassa de Rejuntamento

A argamassa de rejuntamento, também denominada apenas rejunte, é uma composição à base de cimento Portland e de outros componentes homogêneos, como aditivos para a aplicação nas juntas de assentamento entre as placas cerâmicas. Devem ser impermeáveis, laváveis, possuir capacidade de retornar à forma original após terem sido submetidos a uma deformação elástica, possuir aditivos para retenção de água e ser de fácil remoção (SICHIERI, 2003).

Segundo Feres (2004), a finalidade da argamassa de rejuntamento é oferecer o acabamento estético ao SRC, proporcionando durabilidade ao sistema, uma vez que atua no controle do desenvolvimento de fenômenos físico-químicos. As características das argamassas de rejuntamento são: impermeabilidade, flexibilidade, plasticidade, elasticidade, resistência a fungos e bactérias, resistência ao manchar e estabilidade de pigmentação.

A classificação, segundo Feres (2004), dos rejuntas industrializados disponíveis no mercado é:

- Rejuntas cimentícios monocomponentes: é o tipo de rejunte mais comum. São comercializados em pó, geralmente possuem aditivos na sua composição (também na forma de pó), precisando acrescentar água antes da aplicação no canteiro de obras;
- Rejuntas cimentícios bicomponentes: são comercializados em duas partes: uma parte em pó e uma parte líquida (aditivo), precisando concluir a mistura antes da aplicação;
- Rejuntas de base orgânica: são formados por dois ou mais componentes pré-dosados que devem ser misturados para a aplicação. As resinas epóxi são um exemplo deste tipo de rejunte.

Os rejuntas existentes são especificados tendo como referência as características e uso do ambiente. Segundo a NBR 14992-2003, são os seguintes:

- Rejunte tipo I: material à base de cimento, utilizado em ambientes com pouco tráfego, externos (pisos e paredes) e que tenham uma área ≤ 20

m², tipo de rejunte restrito a placas com absorção de água acima de 3%;

- Rejunte tipo II: material à base de cimento Portland e látex, flexível, com baixa permeabilidade, aplicado em ambientes com tráfego intenso de pedestres, externos (pisos e paredes) com qualquer metragem, desde que apliquem as juntas de movimentação, utilizado com placas com absorção de água inferior a 3%, ambientes internos ou externos que possuam água estagnada (piscinas, espelho d'água);
- Rejunte utilizado em ambiente agressivo: material à base de cimento aluminoso, polímeros, bactericida, fungicida, utilizado em ambientes química ou mecanicamente agressivos como cozinhas industriais, indústrias químicas e alimentícias. Possui alta resistência mecânica e à ação de agentes químicos.

3.7 Normas

Outros autores já se propuseram a analisar sobre as normatizações referentes ao setor cerâmico. Desta maneira não é intenção deste trabalho esgotar o assunto. Apresentaremos assim as normas específicas da temática abordada.

O órgão responsável pela normatização técnica no Brasil é a ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. A elaboração e o desenvolvimento das Normas são feitos pelos Comitês Brasileiros (ABNT/CB) e pelos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) que, por sua vez, são compostos por Comissões de Estudo (CE). Estas CEs são formadas por representantes da área de interesse de setores específicos, como produtores, consumidores e pessoas “neutras” oriundas de universidades, laboratórios, dentre outras instituições.

A seguir, são apresentadas as normas técnicas referentes ao sistema revestimento cerâmico, em ordem cronológica:

a) Normas técnicas para placas cerâmicas:

NBR 13816: Placas Cerâmicas para Revestimento - Terminologia - (Abril/1997);

NBR 13817: Placas Cerâmicas para Revestimento - Classificação - (Abril/1997);

NBR 13818: Placas Cerâmicas para Revestimento - Especificação e Métodos de Ensaio (Abril/1997);

NBR 15463: Placas cerâmicas para revestimento – Porcelanato (Fevereiro/2007).

A NBR 15463 foi elaborada, discutida e aprovada em conjunto com os fabricantes, consumidores, universidades, laboratórios de certificação, Procon, Anamaco e instituições ligadas ao setor cerâmico. É a primeira norma referente ao porcelanato, foi criada no âmbito nacional e tem como objetivo definir parâmetros de absorção de água, carga de ruptura, abrasão profunda, entre outras características do produto, que estejam de acordo com a normalização brasileira.

b) Norma Técnica para preparação da superfície a ser revestida com a placa cerâmica:

NBR 9817: Execução de piso com revestimento cerâmico – (maio/1987);

BR 13753: Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante-Procedimento – (Dezembro/1996);

NBR 13754: Revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante-Procedimento – (Dezembro/1996);

NBR 13755: Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante-Procedimento – (Dezembro/1996);

NBR 7200: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento - 1998

c) Normas técnicas referentes aos procedimentos de produção dos revestimentos de argamassa:

NBR 13528: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas Determinação da resistência de aderência à tração (1995);

NBR 13529: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas
–Terminologia (1995);

NBR 13530: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas
–Classificação (1995);

NBR 13749: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas–Especificação (1996).

NBR 7200: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento (1998);

d) Normas técnicas sobre especificação e controle das características das argamassas utilizadas na produção dos revestimentos:

NBR 13277: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos

– Determinação da retenção de água – Método de ensaio (1995);

NBR 13278: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos

– Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado – Método de ensaio (1995);

NBR 13279: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos

– Determinação da resistência à compressão – Método de ensaio (1995);

NBR 13280: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos

– Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido – Método de ensaio (1995);

NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos

– Requisitos (2001).

NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos

– Preparo da mistura e determinação do índice de consistência (2002);

e) Norma técnica sobre argamassas de assentamento:

NBR 14992: A.R.-Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas - Requisitos e métodos de ensaios (outubro/2003).

Na investigação das patologias que envolvem o sistema revestimento cerâmico, assunto tratado no próximo item-2.2 percebeu-se que as juntas de assentamento⁷ possuem um papel importante e conseqüentemente as argamassas de rejuntamento. A única norma brasileira para argamassa de rejuntamento à base de cimento Portland foi criada apenas no ano de 2003 devido às constantes patologias no SRC que envolviam essa parte do sistema. Ainda não há normalização para rejuntas à base de látex, poliuretano e epóxi, apesar de estarem disponíveis no mercado.

3.8 Patologias no Sistema Revestimento Cerâmico -SRC

Segundo Rodrigues; Westcot (2003) *apud* Paulo (2006), o conceito de patologia (*Gr. páthos + logos= tratado*), na construção civil, é a área de conhecimento que se dedica ao estudo das irregularidades em edifícios, desde suas origens até as respectivas manifestações. A palavra patologia também pode ser usada para identificar a relação de causa-efeito de um conjunto de manifestações associadas entre si.

Para explicar uma patologia, é necessário fazer primeiramente o diagnóstico. Entenda – se por diagnóstico o conjunto de procedimentos que possuem dependência recíproca e que são organizados objetivamente para entender e explicar uma patologia através de suas manifestações e conseqüências. Para se

⁷ Segundo Feres (2004), antigamente o vão entre as placas cerâmicas eram sempre “juntas secas”, situação quando as placas são praticamente encostadas umas às outras. As juntas de assentamento foram reconhecidas há pouco tempo como um fator de qualidade no sistema revestimento cerâmico.

estabelecer um diagnóstico correto, é necessário que esses procedimentos estejam apoiados em metodologias sustentadas por processos científicos. Embora tenha sido verificado um avanço científico e tecnológico na área, essa é a tarefa mais complexa e imprecisa ao longo de todo o ciclo de vida de uma construção (RODRIGUES; WESTCOT, 2003 *apud* PAULO 2006).

Dessa forma, Patologia é um conceito usado no ramo da construção civil para estudar a origem das modificações e movimentos que ocorrem estruturalmente e/ou funcionalmente num edifício. Sabendo que o desempenho de um edifício depende da relação de todos os materiais e suas técnicas de aplicação, será dado destaque à importância da elaboração do projeto de especificação de revestimento cerâmico completo, bem como do respectivo método de execução.

Junginger (2003), aborda em detalhes as funções relacionadas ao rejunte, classificando-o como um subsistema do sistema revestimento cerâmico. Principalmente no estudo de fachadas, o rejunte exerce um papel fundamental quanto ao alívio de tensões. Destaca os aspectos de preparo e aplicação dos rejuntas, particularmente os cimentícios. Com a finalidade de prevenir manifestações patológicas posteriores, são detalhados rejuntamentos de locais específicos como o encontro com selantes. Painéis em forma de laje revestidos com revestimento cerâmico foram submetidos à máxima carga de flexão até o destacamento. O objetivo desse experimento foi detectar qual a largura da junta e o tipo de argamassa adesiva para evitar o destacamento da placa cerâmica. Concluiu-se que apenas quando a argamassa adesiva possui alta resistência de aderência é que a largura das juntas apresenta um papel importante.

Feres (2004), desenvolveu uma pesquisa relacionando as patologias do SRC relativas especificamente ao rejuntamento. Algumas delas são: expansão por umidade, choque térmico, falhas de assentamento, fissuras, eflorescência e manchas. Embora o uso de revestimento cerâmico em fachadas seja amplamente utilizado no Brasil e em todo o mundo, ainda há a necessidade de evoluir tecnologicamente. Uma forma bastante econômica e eficaz de evitar os constantes problemas que ocorrem é a adoção de métodos preventivos.

É muito comum serem encontradas placas cerâmicas com manchas e trincas ou destacadas em fachadas de edifícios recentemente construídos. A ocorrência de

grande número de diferentes tipos de patologias relacionadas ao sistema revestimento cerâmico é um dado que mostra a carência de profissionais nessa área específica da construção civil. A maioria dos engenheiros e arquitetos não estão preparados para acompanhar e fiscalizar a execução dos serviços de assentamento, nem possuem conhecimento suficiente para preparar um projeto de especificação do sistema revestimento cerâmico. E os assentadores de revestimento cerâmico também não possuem capacitação suficiente para realizar o serviço.

Para fazer o diagnóstico de um problema no sistema revestimento cerâmico, é preciso analisar o conjunto que compõe esse sistema. Geralmente, o problema não está ligado apenas a um fator isolado, mas, sim, a várias falhas e imperfeições e ao uso inadequado da peça cerâmica, pois, como já foi definido, o sistema revestimento cerâmico é composto pela relação entre vários materiais que trabalham de formas diferentes. Para se obter o conjunto de dados necessários para o diagnóstico do problema, muitas vezes é preciso localizar o projeto e as pessoas por ele responsáveis. Dependendo do tempo e/ou outros fatores, esse trabalho pode se tornar bastante difícil.

Para resolver um problema relacionado ao sistema revestimento cerâmico, é necessário realizar sua completa retirada (placa, argamassa colante e rejunte) e efetuar novamente o assentamento. Os custos desses reparos chegam a alcançar uma vez e meia o custo do assentamento inicial, além do desperdício de material, tempo e dos transtornos e eventuais acidentes. No entanto, muitos problemas podem ser evitados, tomando-se os devidos cuidados durante o projeto e a execução do edifício (SICHIERI, 2003).

A falta ou os erros de especificação são as maiores causas dos problemas encontrados no sistema revestimento cerâmico. As falhas na aplicação das técnicas de assentamento, a má qualidade da placa cerâmica, da argamassa ou do rejunte contribuem para a existência de patologias, porém em menor proporção (LIMA, 2003).

O desempenho de um edifício depende da relação de todos os materiais e suas técnicas de aplicação. Sobre a eficiência do sistema revestimento cerâmico, devem ser considerados vários fatores visando garantir um bom resultado. É preciso analisar a qualidade de todos os materiais envolvidos, a apropriação dos materiais

ao tipo de uso, a qualidade e o planejamento dos serviços de assentamento e a manutenção após a aplicação (SICHIERI e LIMA, 1998).

Em síntese, as falhas na aplicação do material cerâmico, causadas por assentadores sem qualificação, por erro de interpretação de um projeto de especificação, falta do projeto de especificação, desconhecimento da estrutura e da composição dos materiais usados na construção de edifícios por engenheiros e arquitetos, o que ocorre com muita frequência, são as principais causas de inúmeras e variadas patologias no SRC.

3.9 Origem das patologias no SRC

Segundo Pedro et. al. (2002) *apud* Feres (2004), a origem das patologias do sistema revestimento cerâmico podem ser classificadas em:

- a) Congênitas - Ocorrem na fase de projeto e são as causas mais frequentes das patologias encontradas: falta detalhamento ou erro no projeto, inexistência de projeto de especificação e desconhecimento das Normas Técnicas;
- b) Construtivas - Acontecem na fase de execução do serviço de assentamento e são responsáveis por grande parte dos problemas do SRC nas edificações: utilização de mão-de-obra sem capacitação, uso de material sem qualidade e sem certificação, bem como quando não é adotada uma metodologia para o trabalho de assentamento do material cerâmico;
- c) Adquiridas - Ocorrem durante a vida útil dos revestimentos cerâmicos e são provocadas pela exposição ao meio ambiente ou pela ação humana, como, por exemplo, a inadequada manutenção, o que pode deteriorar as camadas do sistema;
- d) Acidentais - Originam-se devido a acontecimentos anormais como a ação da chuva acompanhada de vento em uma velocidade anormal, incêndios e recalques, causando solicitações impróprias ao sistema.

3.10 Classificação das patologias no Sistema Revestimento Cerâmico SRC

Embora a classificação das patologias, no Sistema Revestimento Cerâmico, já tenha sido descrita em trabalhos anteriores, como em pesquisa realizada por Lima (2003), é conveniente relacioná-las:

a) Problema nas camadas anteriores ao revestimento causadas por imperfeições na base, na estrutura do edifício, nos suportes ou camadas de impermeabilização que antecedem a placa cerâmica;

b) Defeito de fabricação da placa cerâmica, não detectado na fábrica, podendo ser superficial na placa (no esmalte) ou interno, no biscoito;

c) Erro ou falta de especificação do revestimento cerâmico. A variedade de produtos existentes no mercado, com diferentes recomendações de uso, ocasionam muitos erros na compra do produto. A principal condicionante para a escolha do revestimento cerâmico é o tipo de uso do ambiente ao qual receberá o produto, uma vez que para cada caso há diferentes exigências e prioridades. A estrutura, a qualidade e a natureza do material de apoio, bem como as condições especiais de uso devem ser consideradas;

d) Erro ou inexistência de especificação da argamassa colante e da argamassa de rejuntamento;

e) Falhas no assentamento causam patologias que são dificilmente detectadas durante a colocação do revestimento. As patologias ocorrem quando o tempo de maturação, o tempo em aberto e a vida no balde da argamassa colante não são respeitados, provocando mudanças de comportamento da argamassa colante, o que prejudica a aderência da placa cerâmica na base do substrato.

f) Falta de juntas de dilatação e erro da espessura das juntas de rejuntamento;

g) Problemas de manutenção e limpeza incorreta do sistema. Muitas vezes, são aplicados produtos com agentes químicos corrosivos ou abrasivos na limpeza final da obra para a retirada de resquícios de cimento ou outros materiais utilizados.

Segundo Sichieri et. al. (2003), as patologias no SRC podem ser divididas em duas categorias: as superficiais e as que ocorrem no sistema construtivo. As patologias superficiais acontecem praticamente na superfície dos revestimentos cerâmicos. As patologias no sistema construtivo colocam em risco os diversos tipos de materiais que compõem o sistema multicamadas do revestimento cerâmico.

1) Patologias superficiais

Os chamados defeitos superficiais podem prejudicar tanto a funcionalidade da superfície como o fator estético. Seguem alguns exemplos de defeitos notados imediatamente após o assentamento e em seguida, exemplos de superfície já danificada antes do uso.

a) Defeitos notados logo após o assentamento:

- Suposta diferença entre o produto escolhido e o recebido pelo revendedor:

O proprietário pode alegar que o produto cerâmico escolhido na loja não é o mesmo que foi recebido apenas após o assentamento. Neste caso, há duas possibilidades: ou é apenas uma sensação equivocada ou realmente o revestimento é diferente do escolhido. A placa cerâmica é disposta no *show room* ou na loja em painéis ou em pequenos ambientes, montados com iluminação própria e muitas vezes as placas estão “soltas”, o que pode confundir o cliente quando vê o revestimento em um ambiente todo com o mesmo material assentado e rejuntado, porém com outra iluminação. Há as reais diferenças de tonalidade que ocorrem devido ao processo de queima das peças cerâmicas. A margem de tolerância é de 5%. Se o produto comprado for de primeira qualidade não pode ocorrer essa diferença de tonalidade. Caso isso aconteça, o produto passou pelo controle de qualidade indevidamente e apresenta um defeito superficial.

A forma de prevenir uma situação dessas seria verificar antes do início dos serviços de assentamento se as diferenças de tonalidade estão dentro dos limites estabelecidos pela norma e se o material que chegou à obra possui a qualidade do que foi comprado.

- Superfície irregular, as peças não estão todas no mesmo nível;

São pequenas diferenças entre os níveis das placas cerâmicas. A falta de nivelamento das peças cerâmicas pode causar desgaste irregular no esmalte. Como parte da peça está mais desgastada que a outra, a superfície fica mais suscetível ao impacto mecânico, podendo até ocorrer lascamento e abrasão precoces. Este defeito pode ocorrer devido à deficiência do assentamento como batidas desiguais, desníveis no contrapiso ou, ainda, se a curvatura e o empenamento da placa cerâmica exceder o valor exigido por norma técnica. Pela norma, a diferença dos níveis entre as placas não pode exceder 1 milímetro e do contra-piso ou emboço, medidos na régua de 2 metros, não devem ultrapassar 3 milímetros.

Figura 5. Desnível entre as peças

Fonte: Arquivo próprio

A contratação de mão de obra qualificada é uma das formas de prevenir esta patologia. O uso de juntas de assentamento mais larga facilita o alinhamento das peças e a obtenção de superfícies planas.

b) Defeitos de superfície já danificada antes do uso:

Antes do assentamento, as placas cerâmicas não apresentavam nenhum defeito, mas logo após o serviço de colocação, são verificadas fissuras, riscos, pintas, indícios de possível ataque químico, causando aspecto envelhecido à superfície, como se já estivesse deteriorada e danificada. Para descobrir a causa deste problema, será necessária uma investigação geral, fazendo ensaios em uma placa da amostra para verificar se a dureza, a resistência à abrasão e a resistência química estão dentro dos limites estabelecidos por norma técnica. A má qualidade do serviço de assentamento também é outra causa provável: uso

de ferramentas inadequadas, excesso e endurecimento da argamassa nas bordas pelo atraso na limpeza, falta de proteção, uso antes do tempo previsto do piso devido ao andamento de outros serviços na obra são fatores que podem provocar esforços mecânicos e ataques químicos.

Antes do assentamento é preciso conhecer as características de resistência à abrasão e resistência mecânica da placa cerâmica. Após o serviço de colocação, deve ser feita a limpeza e providenciar proteção apropriada à superfície cerâmica, principalmente nos casos de circulação constante.

- Rejuntas sujas e diferença de coloração da peça;

Esta patologia ocorre geralmente em locais como cozinhas, banheiros, restaurantes, indústrias, hospitais e áreas públicas, devido ao contato com substâncias químicas e agentes agressivos. As prováveis causas são: uso de rejunte com qualidade discutível, que não atende as condições exigidas pela norma técnica, especificação incorreta e preenchimento mal feito das juntas realizado por mão-de-obra sem qualificação. Surgem, então, porosidade, trincas, sulcos e, conseqüentemente, mofo no rejunte.

A especificação do material adequado para cada ambiente e a escolha por profissionais qualificados são garantia de um serviço bem executado. Em ambientes propensos a agressão e umidade constantes, o rejunte deve possuir alguns requisitos extras, como aditivos com látex ou resinas epóxi, que melhoram a resistência química e diminui os espaços vazios, aumentando a densidade dos poros. A limpeza final do rejunte também deve ser feita imediatamente após a aplicação.

- Pinholes, crateras, pintas e manchas.

São pequenas imperfeições, com diâmetro menor que um milímetro, que aparecem na superfície da peça cerâmica. A placa já possui esse defeito antes do assentamento, porém, após a colocação e algum tempo de uso, ficam mais evidentes. Esta patologia é causada por algum problema ocorrido no processo de fabricação. A superfície do esmalte adquire alguns pontos mais fracos e com o tempo de uso e o contato com o meio ambiente apresenta o aspecto de crateras de vulcão.

Figura 6. Bolha
Fonte: Arquivo próprio

Figura 7. Cratera
Fonte: Arquivo próprio

Nesta patologia, é evidente que o fabricante arcará com todas as responsabilidades pelo problema ocorrido. O uso de material de boa qualidade e a verificação do estado do revestimento cerâmico antes do assentamento são medidas preventivas para este tipo de problema.

c) Defeitos percebidos apenas depois de determinado tempo de uso:

- Deterioração mecânica (risco, desgaste):

Trata-se da danificação precoce da superfície da peça esmaltada, com a perda da última camada, que pode ser observada pelo aparecimento de riscos e desgastes. Quando isso ocorre em pouco tempo de uso, cerca de um a dois anos, é considerada uma patologia, pois toda placa cerâmica possui um desgaste gradual, mas com um tempo de uso bem maior. Este dano modifica a tonalidade e o brilho da superfície causando alterações estéticas e funcionais, gerando dificuldade na limpeza, além de prejudicar a impermeabilidade da peça. Se o material que possui baixo PEI for usado em locais de grande circulação, formar-se-á uma espécie de trilha no piso com o desgaste do esmalte, o que prejudica a resistência à abrasão. Caso o material contemple as exigências da norma e a descrição do fabricante, trata-se de um erro de especificação do material ao tipo de uso.

Figura 8. Riscos em placa cerâmica esmaltada
Fonte: Arquivo próprio

Considera-se abrasão superficial a abrasão em revestimentos esmaltados e abrasão profunda, aquela nos revestimentos não esmaltados.

A resistência à abrasão, juntamente com a determinação da carga de ruptura, determinam os locais onde cada revestimento deve ser aplicado. Para fazer a avaliação da durabilidade do piso cerâmico, é preciso considerar, primordialmente, o fator tempo e o uso do ambiente. A correta especificação do material, adequadamente avaliada ao tipo de uso, como o uso de placas rústicas ou placas com esmalte que possua dureza igual ou superior a 7 Mohs, é uma forma de garantir a estabilidade do material.

- Fraturas, lascamento, esfolhamento;

A fratura é como uma fissura que atinge toda a peça até sua espessura. É consequência de forte impacto, da existência de vazios de argamassa no verso da placa cerâmica na hora do assentamento e/ou de erro na especificação. O lascamento são pequenos pedaços da superfície que estilhaçam e ocorrem em pontos localizados. O esfolhamento é como uma descamação na superfície da placa cerâmica. São porções de massa da peça que se descolam paralelamente ao plano. Os danos causados por esta patologia comprometem tanto os aspectos estéticos quanto os aspectos funcionais, como a permeabilidade e as condições de limpeza do material. O lascamento e o esfolhamento geralmente são defeitos originados no processo de fabricação, devido à utilização de material de baixa

qualidade. O lascamento é mais comum em revestimentos esmaltados quando a camada de esmalte é muito fina. O esfolhamento pode ser um problema na prensagem.

Figura 9.Lascamento
Fonte: Arquivo próprio

Figura 10. Esfolhamento
Fonte: Arquivo próprio

O revestimento cerâmico é um material que possui baixa elasticidade. As peças com menor absorção de água e maior espessura são as que apresentam maior resistência ao impacto e, conseqüentemente, as mais indicadas para ambientes sujeitos aos impactos constantes. O uso de juntas de assentamento largas e rejunte com propriedades elásticas ajudam na prevenção destes tipos de patologia.

- Deterioração por ataque químico;

Este dano é causado pela presença de substâncias corrosivas na superfície cerâmica. São observadas manchas, perda de cor e diminuição no

brilho da superfície da peça, geralmente em áreas isoladas. É importante salientar a diferença entre o desgaste e o ataque químico, uma vez que gera muita confusão. O ataque químico causa um efeito em porções delimitadas, a mancha adquire o formato do líquido que caiu ou escorreu sobre a superfície. Na abrasão, o desgaste é mais uniforme, o descoloramento e a alteração de cor não se apresentam em uma área bem definida. Porém, estas duas patologias costumam acontecer ao mesmo tempo, dificultando, dessa forma, o diagnóstico. Há revestimentos cerâmicos de alta e baixa resistência a determinados produtos químicos. A correta especificação do material é importante e, caso o ambiente tenha um uso específico que exija maior resistência, cabe ao especificador requerer do fabricante o produto mais indicado. A argamassa e o rejunte também devem ser resistentes a agentes agressivos. A especificação de todo o sistema revestimento cerâmico deve atender às solicitações que o ambiente for submetido.

Figura 11. Ataque químico
Fonte: Arquivo próprio

Figura 11.1. Ataque químico
Fonte: Arquivo próprio

Mantendo a superfície cerâmica sempre limpa, desde a primeira limpeza, evita-se o uso de produtos de limpeza muito fortes, sendo esta, portanto, uma forma simples de prevenir o ataque químico.

- Rejuntas sujas;

Segue a mesma descrição dos defeitos notados imediatamente após o assentamento (página 43).

- Pinholes, crateras, pintas manchas;

Segue a mesma descrição dos defeitos notados imediatamente após o assentamento (página 43).

- Gretas e rachaduras;

A gretagem ocorre apenas em esmaltados. Trata-se de microfissuras, como o desenho de uma teia de aranha, que aparecem na superfície da peça, sendo que o biscoito da peça não apresenta nenhuma alteração. As rachaduras ocorrem em esmaltados e não esmaltados. São microfissuras que alcançam o corpo da placa cerâmica, apresentando o desenho de uma linha. Nos dois casos, há deficiência estética e funcional, como o acúmulo de sujeira nas reentrâncias formadas e a perda da permeabilidade da peça. A gretagem pode ser causada por vários motivos: qualidade duvidosa do revestimento cerâmico ou divergência entre a dilatação térmica do esmalte e da base após o assentamento ou, ainda, expansão por umidade. Neste caso, a causa mais comum é a re-hidratação da cerâmica quando em contato com a umidade, o que vai aumentar seu tamanho e causar tensões entre o vidrado e a base. As rachaduras geralmente são defeitos de fabricação quase insignificantes que se agravam com o assentamento da cerâmica.

Figura 12. Gretamento
Fonte: Revista Técnica 96

A impermeabilização do contra-piso deve ser planejada e executada, ao mesmo tempo, com as juntas de movimentação e de assentamento necessárias, para evitar deformações construtivas na área e o aparecimento de gretas.

- Eflorescência e mofo;

A eflorescência são manchas esbranquiçadas que aparecem nas juntas de assentamento. Acontecem principalmente em não esmaltados e porosos, sendo

uma patologia com origem no próprio sistema construtivo. Os materiais utilizados, como o cimento, a areia e a própria cerâmica possuem sais solúveis que, na presença de água se dissolvem e se solubilizam, buscando um caminho até a superfície. O mais comum é encontrar uma saída pelo rejunte. A umidade ocorre quando há infiltrações do solo, vazamento na rede hidráulica ou quando o rejunte é aplicado antes do tempo de cura da argamassa de assentamento. A solução salina é direcionada à superfície por evaporação ou pressão hidrostática. É muito freqüente o aparecimento de eflorescência quando na primeira limpeza da obra são utilizados ácidos sem a diluição recomendada.

O mofo é causado por fungos que se concentram, formando uma camada esbranquiçada ou esverdeada na superfície dos revestimentos, geralmente os não esmaltados e porosos, em ambientes úmidos. A causa do problema do mofo não está relacionada ao sistema. A cerâmica atua apenas como meio para o desenvolvimento dos microorganismos.

Figura 13. Eflorescência
Fonte: Arquivo próprio

Figura 13.1. Eflorescência
Fonte: <http://images.google.com>

Para prevenir a eflorescência, é necessário evitar a presença de água garantindo, dessa forma, a impermeabilização do contrapiso; utilizar sempre o método de argamassa colante, respeitando todos os tempos de cura; e realizar a limpeza com os produtos recomendados pelo fabricante. Para evitar os mofos, é preciso a correta especificação do material, aplicando cerâmica com baixa absorção e esmaltadas em ambientes úmidos.

- Alteração da cor;

Quando esta patologia ocorre, geralmente a cor da peça fica mais escura. A origem deste problema está no próprio sistema. A alteração ocorre com o aparecimento de umidade provocada por algum tipo de infiltração, sendo que a porosidade da base do substrato pode contribuir para o surgimento da patologia. Nos revestimentos não esmaltados, a umidade aparece na superfície da peça, alterando sua cor. Nos esmaltados, a mancha concentra-se no interior. É um defeito puramente estético. Se a umidade persistir, pode ocorrer eflorescência, o que vai agravar o problema e trazer conseqüências mais graves. Sanada a causa da umidade, a peça cerâmica volta, na maioria das vezes, à cor original. A origem do problema é muito diferente de ataque químico e abrasão.

O planejamento da execução, como impermeabilização da base e uso de argamassa de qualidade, garante o aspecto original da peça cerâmica.

- Escurecimento da superfície da cerâmica - mancha d'água;

Esta patologia pode ser considerada um problema específico do anterior. Nota-se que em áreas molhadas, a superfície da placa esmaltada escurece. Geralmente, o início das manchas ocorre nas laterais da placa por falhas no rejuntamento ou pela utilização de rejunte poroso. O escurecimento pode acontecer quando a placa possui uma espessura do vidrado e do engobe menores que o padrão estabelecido e/ou por falhas no material e na aplicação do rejuntamento, permitindo, assim, a penetração da água entre o esmalte e o engobe.

A escolha e a aplicação correta da argamassa de rejuntamento somada à escolha por revestimento cerâmico que atenda as normas técnicas garantem a qualidade de todo o serviço e evitam o aparecimento de patologias no sistema revestimento cerâmico.

2) Patologias na estabilidade do sistema construtivo

Os defeitos na estabilidade do sistema construtivo são patologias mais complexas de diagnosticar, pois envolve todos os elementos que compõem o sistema multicamadas do revestimento cerâmico, prejudicando a funcionalidade da

superfície cerâmica e, eventualmente, a estética da peça. Compreendem todos os problemas do sistema construtivo que comprometem a estrutura de apoio, a liga entre as diversas camadas, ou a união mecânica interna de uma ou mais camadas no revestimento cerâmico.

Acarretam danos estéticos e funcionais, com a perda da estabilidade do sistema. Havendo penetração de água e congelamento, a placa aumenta de volume e, com isso, ocorre quebra de parte da placa cerâmica, desprendendo-a da base assentada. Neste caso, o sistema revestimento cerâmico todo deve ser resistente ao gelo. A falha no preenchimento de argamassa de assentamento no dorso da placa criando vazios e o rejuntamento mal executado, dando espaço para absorção de água são fatores que contribuem para os danos causados pelo gelo. Recomenda-se o uso de revestimento cerâmico com menor absorção de água, pois é mais resistente ao gelo.

A especificação detalhada e a execução correta dos materiais da base, da placa cerâmica e das argamassas de assentamento e rejuntamento evitam este tipo de patologia. Neste caso, recomendam-se juntas de assentamento mais largas, com a utilização de placas especiais resistentes ao gelo e a impermeabilização de todo o sistema. Estas são recomendações importantes, especialmente para as cerâmicas destinadas à exportação, uma vez que o mercado nacional, devido ao clima, não possui essa exigência.

- Má fixação com levantamento do revestimento;

Ocorre em revestimentos de pisos ou paredes um tempo depois que foram assentados, estragando toda a funcionalidade da superfície cerâmica. Algumas peças vão gradualmente se descolando da base de assentamento, porém continuam por algum tempo coladas pelo rejunte, até ficarem totalmente soltas da base. Quando soltas, as placas cerâmicas não podem ser recolocadas porque o vão é menor que a área da placa e o tardo das placas soltas, na maioria das vezes, está limpo. Isso significa que não houve aderência suficiente entre a placa e a argamassa de assentamento. Em muitos casos, a placa cerâmica perde a capacidade de resistência das tensões existentes entre as camadas do sistema revestimento cerâmico. A má fixação pode advir do processo de maturação do

sistema construtivo, retração na superfície da base de assentamento ou expansão por umidade ou térmica da própria placa cerâmica.

Figura 14 Destacamento da placa cerâmica

Fonte: Arquivo próprio

Na maioria das vezes, as causas do problema são o desconhecimento da origem dos materiais e da composição da base de assentamento, a falta de projeto, a inexistência da localização das juntas de assentamento, de movimentação e dessolidarização e a utilização de argamassa inadequada. Entretanto, a retração pode ocorrer por não respeitar o tempo em aberto da argamassa e por assentar o revestimento em base ainda em fase de maturação.

A especificação deve eleger um revestimento cerâmico que atenda as exigências da norma técnica, dentro do limite para a expansão térmica por umidade, e elaborar um projeto de juntas e argamassa de assentamento indicada ao método e local de uso do produto.

- Má fixação localizada ou em toda a superfície cerâmica - destacamento;

Esta é uma das patologias mais frequentes no SRC e está vinculada ao Revestimento Cerâmico de Fachadas-RCF⁸. É quando uma ou mais placas cerâmicas se descolam da base devido a tensões internas do sistema. Pode ocorrer tanto em pisos quanto em paredes. O rompimento da união da placa com a base de assentamento pode acontecer:

- entre a peça e a argamassa de assentamento, na parte interna da argamassa de assentamento;
- entre a argamassa de assentamento e a camada de suporte; ou
- na parte interna da camada de suporte.

O dano causado na funcionalidade do sistema só é resolvido com a reposição de todo material utilizado e todo o serviço refeito.

São várias as causas deste problema, sendo que a principal é a incapacidade de aderência do sistema. Outras causas são:

- uso de argamassa colante inadequada ou escolha errada da argamassa, visando reduzir o custo da obra;
- falha no método de preparação da argamassa colante, adição de quantidade excessiva de água;
- após espalhamento da argamassa, não respeitar o tempo em aberto;
- presença de pó na parte inferior da peça (tardoz);
- intempéries como variações de temperatura, vento ou chuva, interferindo no assentamento;
- má qualidade do serviço de assentamento, com poucas batidas na peça, o que vai prejudicar o contato com a argamassa colante, uso de desempenadeira gasta;
- camada de suporte considerada instável;

⁸ As patologias no Revestimento Cerâmico de Fachadas (RCFs) serão tratadas detalhadamente no item 3.11

- falta de juntas de assentamento e/ou de movimentação.

Figura 15. Destacamento-Falta de ancoragem

Fonte: Arquivo próprio

A prevenção para esse tipo de patologia é a elaboração de um projeto de especificação com indicação correta de todos os materiais que compõe o SRC, o planejamento e o respeito ao método de assentamento adotado, além de prestar muita atenção no preenchimento inteiro do tardo da peça, na espessura da camada de argamassa colante e na altura dos dentes da desempenadeira.

- Rachadura de várias peças através de superfície cerâmica-fissuras;

Trata-se de trincas com desenho em linha reta ou curva, alcançando várias peças e atingindo, além da superfície, todas as camadas inferiores da placa cerâmica, devido às tensões na superfície da placa. As peças continuam coladas à base mas provocam defeitos estéticos e funcionais, uma vez que colocam em risco a permeabilidade da placa. O excesso de deformação da estrutura de um edifício provoca tensões nas camadas inferiores do SRC, contra-piso ou alvenaria, atingindo a superfície da cerâmica e, com isso, originando as fissuras. Na maioria dos casos, existe grande dificuldade de diagnosticar o problema devido à falta informações suficientes no projeto estrutural ou um histórico dos traços de argamassa utilizada. São falhas de projeto, planejamento e/ou execução.

Figura 16. Rachadura em piscina
Fonte: Arquivo próprio

Figura 16.1 Micro fissuras em piscina
Fonte: Arquivo próprio

O projeto e a execução da base do revestimento devem respeitar as normas pré-estabelecidas, com cálculo das juntas de movimentação e estruturais, espera do tempo de cura de cada material e especificação dos materiais a serem utilizados. O projeto de revestimento cerâmico deve prever as juntas de assentamento, a movimentação e a dessolidarização, deve evitar o assentamento da placa cerâmica antes do tempo e deve, ainda, especificar a argamassa colante, o rejunte flexível e o revestimento cerâmico indicado ao tipo de uso.

- Quebra de cantos ou de várias peças da superfície cerâmica;

É uma patologia que ocorre principalmente em pisos industriais e públicos, quando o revestimento recebe uma carga maior do que aquela para a qual foi produzido. São rachaduras com desenhos retos ou curvos, que aparecem nas extremidades da peça e caminham em direção ao centro, podendo, muitas vezes, quebrar em um pequeno pedaço. Desestabiliza a permeabilidade da peça, causando danos estéticos e funcionais. A especificação de um produto que não atenda à solicitação desejada, como por exemplo, porosidade e resistência mecânica baixa, podem ser a causa do problema. Um assentamento de má qualidade também pode ser a causa de cantos quebrados na placa cerâmica.

A execução de uma base de assentamento nivelada, a elaboração de um projeto com juntas de assentamento e juntas de movimentação, a escolha de placas cerâmicas com baixa absorção, mais espessas, que resistam à carga solicitada, a argamassa de assentamento própria para o uso determinado, o

acompanhamento e a fiscalização de todo processo de execução do SRC, bem como o respeito do tempo de secagem do piso, são procedimentos que evitam a patologia em questão.

Nota-se que praticamente todas as origens das patologias relacionadas ao sistema revestimento cerâmico podem ser evitadas contratando profissionais especializados para o serviço de assentamento, dando o devido valor e atenção para o projeto de especificação, respeitando todo o processo de assentamento, e exigindo qualidade de todos os materiais utilizados.

3.11 Patologias no Revestimento Cerâmico de Fachada- RCF

Segundo Medeiros (1999), Revestimento Cerâmico de Fachada de Edifícios RCF é um conjunto de camadas que se sobrepõem formando uma unidade. Estas camadas, incluindo o emboço de substrato, são aderidas à alvenaria ou estrutura, base da fachada do edifício, onde a última camada é composta de placas cerâmicas assentadas e rejuntadas com material adesivo (argamassa colante).

Por sua vez, RIBEIRO (2006) afirma que o Sistema Revestimento Cerâmico de Fachada é a união de placas cerâmicas aderidas à base suporte do edifício por argamassa colante e juntas de assentamento preenchidas por argamassa de rejuntamento, mais os detalhes construtivos como as juntas de trabalho, de superfície, dentre outras, constituindo, enfim, camadas superpostas estreitamente ligadas.

Campante (2001) menciona as principais funções dos Revestimentos Cerâmicos de Fachada-RCF:

- proteção à edificação: o revestimento de fachada protege os sistemas de vedação e a estrutura do edifício da ação dos agentes causadores da deterioração como vento, água e fogo, que comprometem a sua durabilidade;
- reforço às funções da vedação, possibilitando melhor desempenho térmico e acústico, e ao efeito estanque contra água e gases;
- acabamento final, como responsável pelo efeito estético do edifício, ditando o padrão econômico deste.

Para que os Revestimentos Cerâmicos de Fachada atendam as funções anteriormente relacionadas, Sabbatini e Barros (1990) *apud* Matsusato (2007) destacam as propriedades mais importantes do sistema, as quais estão relacionadas com as exigências das normas de desempenho:

- capacidade de absorver deformações;
- resistência mecânica;
- resistência à ação de agentes químicos, físicos e biológicos;
- estanqueidade (qualidade de seco) e higroscopicidade (capacidade de absorver a umidade do ar) e;
- facilidade de limpeza.

Estas propriedades dependem da qualidade estrutural do edifício que receberá o revestimento cerâmico de fachada, do clima ao qual estará exposto, do tipo de superfície que receberá o revestimento (base), assim como a qualidade e o desempenho de todos os materiais envolvidos no sistema.

A classificação dos revestimentos cerâmicos de fachada pode ser feita de muitas maneiras. Uma delas é usar como parâmetro a técnica construtiva utilizada na sua produção ou a forma como os revestimentos se comportam depois de aplicados. O revestimento cerâmico pode ser classificado como aderido e não aderido.

A técnica mais comumente utilizada e mais tradicional para fixação dos revestimentos de fachada é a argamassa colante industrializada, onde as placas ficam completamente fixas à base e coladas no substrato. São os denominados revestimentos cerâmicos aderidos. Para definir padrões quanto ao assentamento de revestimentos cerâmicos de fachada, visando garantir a qualidade do método em todas as etapas de assentamento, foi criada a norma técnica da ABNT - NBR 13755 (1996).

No Brasil, a maioria dos revestimentos cerâmicos de fachada é aplicado pelo método aderido, que proporciona apropriada aderência à base, tem condições adequadas de estanqueidade da superfície e possui flexibilidade quanto às

deformações estruturais. Isso sem que as possíveis fissuras fiquem aparentes, comprometendo a propriedade estética e a permeabilidade da fachada. Este método também apresenta resistência às constantes mudanças térmicas e períodos constantes de chuvas (ESQUIVEL, BARROS, SIMÕES, 2001).

Sendo o nível de tensões superior à resistência mecânica dos materiais que constituem as diversas camadas, recomenda-se reduzir o tamanho do painel do revestimento e introduzir junta de movimentação, o que irá prevenir as fissuras e o destacamento dos revestimentos cerâmicos. A utilização da junta ajudará a absorver parte da tensão diminuindo, dessa forma, o risco da patologia (RIBEIRO, 2006).

Quanto às patologias referentes às juntas de movimentação, Ribeiro (2006) alerta para a importância do detalhamento deste elemento construtivo no Projeto de Revestimento Cerâmico de Fachada. O planejamento e a execução de juntas de movimentação evitam que os painéis recebam as tensões, tanto as que são advindas da movimentação da estrutura quanto às causadas pelas contrações e expansões dos materiais que compõem o sistema revestimento cerâmico.

Thomaz (2005) afirma que a eliminação da camada de emboço no sistema de revestimento, prática crescente em canteiros de obra no Brasil, debilita o desempenho mecânico do sistema causando o aparecimento de fissuras e destacamento. Neste caso as tensões que ocorrem pelas deformações na base são mais intensas que a capacidade resistente da camada de acabamento.

Segundo Ribeiro (2006), o posicionamento das juntas depende da avaliação da edificação que é composta de análise do projeto de estruturas (fôrmas de lajes e vigas de borda, flechas previstas, lajes ou vigas em balanço), projeto de arquitetura (características dos materiais de acabamento especificados, a altura do edifício, existência de varandas e platibandas, curvas, dimensões de aberturas).

Medeiros (1999), Lima (2003), Campante e Sabbatini (2001), Padilha; Ayres; Lira; Jorge; Meira (2007) ressaltam a importância da elaboração do projeto de especificação de fachadas do sistema revestimento cerâmico no canteiro de obras. O projeto define os detalhes quanto ao tipo de placa pra determinado uso, argamassa colante e rejunte a serem utilizados. Todas as juntas como as de dilatação, dessolidarização, de trabalho e de superfície são definidas e locadas no

projeto acompanhadas dos detalhes construtivos, além do desenho de paginação e melhor aproveitamento das placas, evitando cortes e possíveis perdas.

Figura 17. Fissura na base da alvenaria
Fonte: Revista Técnica 96

Figura 18. Destacamento
Fonte: Revista Técnica 96

Segundo Sabbatini et al, (1991); Fiorito, (1994), as camadas do sistema possuem diferentes índices de resistência quanto à deformação e aderência. Esta característica faz com que as tensões se dispersem entre suas interfaces. A estabilidade do conjunto pode ser comprometida caso as tensões ultrapassem a capacidade de resistência da camada, acarretando fissuração e falha de aderência, devido aos movimentos irreversíveis que podem originar o destacamento do revestimento.

O ACI 504 R-90 (ACI, 1997); ASTM C1472 (ASTM, 2005) *apud* Ribeiro (2006) classificam os movimentos que ocorrem nos RCF em duas categorias: reversíveis e irreversíveis. Os movimentos reversíveis acontecem na presença do agente causador, voltando posteriormente à posição inicial, e possuem ação cíclica. Os movimentos irreversíveis permanecem inalterados mesmo sem a presença do agente causador, deformando definitivamente a abertura da junta que deveria acomodar a tensão.

Muitas empresas construtoras consideram os revestimentos aderidos de fachada como um subsistema independente por causarem grandes problemas, principalmente os chamados destacamentos. Nesta técnica, os revestimentos são unidos à alvenaria e estrutura por argamassa, trabalhando conjuntamente com o substrato. A preocupação das empresas construtoras acontece por dois motivos: por

ser uma das maiores fontes de problemas em edifícios, devido a sua grande participação no custo final da obra, e por interferirem decisivamente no planejamento da execução (BARROS, 1998 *apud* RIBEIRO, 2006).

Em pesquisa realizada por Esquível (2002), 33% dos edifícios analisados na cidade de São Paulo, com revestimento cerâmico de fachada, apresentaram alguma patologia. Os problemas mais encontrados são: deterioração do selante das juntas por manchamento, destacamento das placas cerâmicas e eflorescência. Dentre eles, o destacamento pode ser classificado como o mais grave, pois além de comprometer o desempenho do edifício, coloca em risco a vida dos usuários e transeuntes, exige o trabalho de recolocação do material com possível indenização pelo responsável.

A maioria das fachadas dos edifícios localizados na região nordeste do país recebe revestimento cerâmico. Na orla marítima de Maceió/AL, aproximadamente 39% dos edifícios com mais de cinco pavimentos são revestidos externamente com placas cerâmicas. Além desses casos, existem os revestimentos mistos, que são formados pela combinação de dois ou mais materiais diferentes como cerâmica e pintura; cerâmica, pintura e pedras; concreto aparente e pedras; etc. Essa mesma tendência foi observada em outras cidades da região, principalmente nas capitais dos Estados (GOMES et al. 1997 *apud* JUST e FRANCO, 2001).

Segundo Esquível; Barros e Simões (2001), 77% dos edifícios localizados na cidade de São Paulo recebem em suas fachadas, revestimento cerâmico composto com outros materiais e componentes de revestimento, como, por exemplo, argamassa decorativa ou pintura acrílica. A partir desse dado, pode-se concluir que essa escolha na especificação provavelmente se deva ao alto custo de revestir fachadas inteiras com revestimento cerâmico.

Em pesquisa realizada na cidade de Recife com 10 casos reais de destacamento de fachada em edifícios, Just e Franco (2003), concluíram que, na maioria dos casos de problemas relacionados aos RCF, houve negligência nos detalhes construtivos, por vários motivos: falta de conhecimento específico sobre o comportamento dos materiais e componentes envolvidos, sobre os procedimentos para a produção e sobre as diretrizes para elaboração do projeto.

Em investigação feita para sua tese de doutorado, Campante (2001) verificou que, devido aos constantes e crescentes problemas observados, apenas 17,6% das fachadas dos edifícios em São Paulo adotaram revestimento com placas cerâmicas, constatando, portanto, uma significativa diminuição dessa porcentagem.

Figura 19. Destacamento de fachada.

Fonte: Arquivo próprio

Segundo Campante; Sabbatini, (2000), o controle inadequado do assentamento pelo responsável técnico, o uso de técnicas impróprias, a aplicação sobre base sem preparo adequado, a carência de ferramentas específicas e a aplicação em condições climáticas adversas são reflexos da deficiente qualificação de todos os profissionais envolvidos. (*apud*, JUST e FRANCO, 2001)

Diversos autores afirmam que a camada de emboço tem um importante papel no desempenho do conjunto de camadas. É a camada de revestimento de argamassa que recebe a camada de acabamento, tem como função a regularização da superfície, contribui para a estanqueidade do conjunto e deve possuir a capacidade de distribuir e absorver tensões das movimentações diferenciais que ocorre entre a camada de revestimento cerâmico e a base. (MEDEIROS, 1999; CAMPANTE & SABATTINNI, 2001; JUST, 2004; RIBEIRO, 2006 e MATSUSATO, 2007).

Em pesquisa realizada envolvendo quatro casos patológicos em RCF, as falhas referentes ao projeto (inexistência de juntas, especificação imprópria da placa cerâmica, da argamassa adesiva e do processo de produção, defeito de

preenchimento do tardo) foram os principais fatores que originaram os problemas. (Campante; Sabbatini, 1999, *apud*, MATSUSATO, 2007).

Quanto à especificação incorreta da placa cerâmica e da argamassa de assentamento, sem o controle da técnica de execução, ocorre, indubitavelmente, o destacamento da placa cerâmica. A queda da placa cerâmica ocorre principalmente quando a aderência e o tempo em aberto da argamassa são insuficientes e, ainda, quando as ferramentas utilizadas são impróprias. Sichieri (2005) explica que peças cerâmicas mais porosas resistem menos à ruptura. No entanto, é importante entender em que grupo de absorção a cerâmica se enquadra, se atende aos requisitos mínimos da norma e se é adequado ao uso a que se destina.

A placa cerâmica a ser aplicada em fachadas precisa ser específica para esse fim. Deve possuir baixa expansão por umidade, ter superfície de fácil limpeza e resistência às oscilações de temperaturas e aos raios ultravioletas, uma vez que esta pode ser a causa do desbotamento do produto.

Pesquisas recentes demonstram que fissuras e destacamentos são as patologias mais frequentes e estão vinculadas aos Revestimentos Cerâmicos de Fachadas- RCF. O alto grau de complexidade que envolve a produção dos revestimentos cerâmicos de fachada, somado à falta de conhecimento dos profissionais envolvidos em todo processo, são as causas falhas no projeto e no sistema construtivo adotado. As fissuras e os destacamentos originam-se principalmente pelo excesso de deformação de um edifício e pelos erros na especificação e na preparação de argamassas colantes tipo AC-II em fachadas.

Em ensaios de resistência de aderência, flexibilidade e resistência ao cisalhamento em placas cerâmicas realizados por Perez (2003), foram obtidos resultados que demonstram que as argamassas colantes do tipo AC III- E e AC III são adequadas para o assentamento de revestimentos cerâmicos em fachadas.

As argamassas colantes são fabricadas para atender às exigências das placas cerâmicas do grupo BIIa (semi – grés), BIIb (semi – poroso) e BIII (poroso, azulejo e azulejo fino), ou seja, para produtos com absorção de água que varia de 3

a 20%⁹, segundo a NBR 13817, como pode ser observado na tabela 2. Não é recomendado utilizar argamassas (incluindo a ACIII) para placas do grupo BIb (grés) que possuam absorção de água entre 0,5 e 3% e BIa (porcelanato) que possuam absorção de água entre 0 e 0,5%. Além da menor aderência das placas BIa e BIb, as fachadas estão expostas às intempéries e às deformações e vibrações do edifício, exigindo, com isso, massa adesiva epóxi ou similar. (Ver tabela 03 que apresenta os grupos e a relação entre a absorção de água e a carga de ruptura).

Em pesquisa realizada por Almeida, (2005), observou-se que a adição de sílica ativa e copolímero estireno acrílico nas propriedades da argamassa de assentamento de porcelanato melhoram consideravelmente as propriedades da argamassa quanto à resistência mecânica. Isso favorece a durabilidade de aderência e evita a ruptura da placa com a argamassa. Segundo Medeiros (2006), é necessário investir mais em projetos na área da construção civil, principalmente em projetos com qualidade voltados à produção. Também é necessário investir mais na elaboração desses projetos, pois é nessa fase que devem ocorrer mudanças que possibilitam as melhores soluções.

Segundo Goldberg (1998); a redução no custo e no peso em fachadas de edifícios revestidos com cerâmica aderida somente é efetiva se houver aproximação do projeto de revestimento com o canteiro de obras. A argamassa colante, o substrato e a placa cerâmica devem ser compatíveis, além de haver necessidade de estabilidade entre a base e o revestimento cerâmico. A argamassa colante precisa ser capaz de absorver as movimentações diferenciais entre as placas cerâmicas e o substrato.(*apud* MATSUSATO, 2007).

A aderência entre as camadas e a capacidade de cada uma delas absorver as deformações são propriedades que cooperam para o desempenho do sistema revestimento cerâmico ao longo do tempo. Porém, as características da base; a especificação, composição e dosagem da argamassa; espessura das camadas; as

⁹ Dificilmente se encontram hoje placas cerâmicas do grupo BIIa, BIIb, e BIII com absorção de água a 20%. As novas tecnologias do processo de produção tanto por via seca quanto via úmida fabricam peças com absorção de água $\leq 6\%$.

técnicas de execução; e as condições de exposição do revestimento afetam as propriedades do sistema.

Como o ponto crítico das patologias relacionadas ao RCFs é a camada de fixação, há uma questão que divide alguns autores sobre o emprego de juntas de movimentação para amenizar as tensões entre a base e a camada de acabamento.

Ainda não existe um consenso quanto ao emprego das juntas de movimentação, pois o resultado das pesquisas, por modelagem numérica, realizadas por Abreu (2001) *apud* Ribeiro (2006), foram esforços muito altos em torno das juntas de movimentação em revestimentos aderidos, o que pode causar o enfraquecimento entre as camadas.

Sichieri (2002) declara que prevenir é uma das formas de evitar a maioria das patologias até hoje diagnosticadas. O incentivo e o investimento em cursos de qualificação para os assentadores de revestimento cerâmico são medidas preventivas que contribuem significativamente para a diminuição dos problemas ligados ao sistema revestimento cerâmico.

As falhas nas especificações de projeto (sem o conteúdo adequado para os parâmetros de desempenho do sistema), o simples desconhecimento das propriedades dos materiais, o atraso nos prazos estipulados pelo cronograma da obra, a falta de trabalho conjunto e sincronizado entre fiscalização e mão-de-obra e o desrespeito às especificidades da técnica de execução são os fatores que contribuem para aumentar as deformações das camadas de revestimento diante das tensões a que estarão sujeitas, causando as patologias mais comuns nos RCFs.

Capítulo 4

Principais entidades ligadas ao setor de revestimento cerâmico

Com o objetivo de contribuir com soluções, discutir e analisar os problemas referentes à toda cadeia produtiva do setor de revestimento cerâmico houve a criação de várias instituições ligadas ao setor, as quais serão apresentadas a seguir.

4.1 Associação Brasileira de Cerâmica (ABC)

Há uma grande quantidade de instituições relacionadas ao setor cerâmico cadastradas à Associação Brasileira de Cerâmica. Segundo Bustamonte e Bressiani (2000), são aproximadamente trinta e cinco entidades e os sindicatos somam quarenta.

A Associação Brasileira de Cerâmica– ABC (2009) é uma instituição que começou a formar-se logo após uma série de Conferências sobre argila que houve em 1953 no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) realizada pela Seção de Geologia do Departamento de Mecânica dos Solos do Instituto. A Seção de Cerâmica do IPT reuniu um grande número de ceramistas de procedências diferentes para discutir temas ligados ao setor culminando na criação da ABC, que buscou apoio da Federação das Indústrias obtendo aprovação imediata.

Considerada uma entidade pública, sem fins lucrativos, a Associação Brasileira de Cerâmica tem sede e foro jurídico localizados na cidade de São Paulo, na Av. Prof. Almeida Prado, 532, Cidade Universitária (IPT) Prédio 36, 2º andar, Estado de São Paulo¹⁰. O objetivo principal da Associação é promover e preservar o setor cerâmico em todos os seus segmentos, como o artístico, científico, cultural, didático, empresarial, industrial e tecnológico através de diversas ações descritas a seguir:

¹⁰ Segundo site da ABC (2009) a Associação Brasileira de Cerâmica teve sede instalada inicialmente no antigo campus da USP, Praça Coronel Fernando Prestes, 110 em salas cedidas pelo IPT, onde funcionava a Seção de Cerâmica desde 1939. Na gestão do engº. Antonio Ermírio de Moraes mudou-se para novas instalações, permanecendo até 1976. Após convênio firmado em 1996 com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) retornou às instalações do IPT.

- a) acordar interesses na área de cerâmica, entre pessoas físicas e jurídicas;
- b) oferecer cursos e realizar eventos com certa regularidade como seminários, exposições e reuniões que questionem problemas técnicos, organizacionais e didáticos do setor;
- c) manter publicações em vários tipos de mídia para propagar informações pertinentes ao setor;
- d) realizar intercâmbio entre especialistas brasileiros e estrangeiros;
- e) produzir convênios que torne possível o desenvolvimento de iniciativas de pesquisas no setor e a fundação de escolas e laboratórios de cerâmica;
- f) incentivar e apoiar as indústrias cerâmicas na realização de reuniões que discutam interesses como a normalização, desenvolvimento de processos industriais, registros e negociações de propriedade intelectual, desenvolvimento de pessoal especializado de todos os níveis da cadeia produtiva e qualquer assunto que interesse o progresso do setor cerâmico;
- g) participar de pesquisas e desenvolvimento tecnológico, desde pequenas contribuições até o gerenciamento destas;
- h) realizar congresso que atenda todos os associados e profissionais dos diversos segmentos do setor.

Para alcançar seus objetivos realiza e promove eventos, seminários, workshop e cursos; participa e organiza exposições em eventos; contribui com publicações regularmente para a Revista Cerâmica, Revista Cerâmica Industrial, Revista Brasileira de Materiais, ABC Informativo e Anais do Congresso e divulga informações por meio eletrônico. Os associados têm acesso a um Banco de Dados e biblioteca que permuta materiais com as principais entidades nacionais e internacionais do setor. As empresas associadas têm divulgação de seu próprio banner pela internet acessado por um link.

4.2. Sindicato da Indústria da Construção, do Mobiliário e de Cerâmicas de Santa Gertrudes (Sincer) e Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento (Aspacer)

Segundo a Associação Nacional de Fabricantes de Cerâmica para Revestimento – Anfacer¹¹ (2008), as indústrias cerâmicas no Brasil estão instaladas em 18 estados brasileiros, tendo sua maior concentração nas regiões Sul e Sudeste do país, dividindo-se em quatro pólos principais: no interior do estado de São Paulo, a SPL de Santa Gertrudes; em Santa Catarina a SPL de Criciúma; a grande São Paulo e a região de Mogi-Guaçu - SP. Há crescente expansão industrial do setor na região Nordeste do país. No total, são 94 empresas, com 117 plantas industriais de capital produtivo essencialmente nacional. 90% da capacidade produtiva concentram-se no Sul e Sudeste. A produção brasileira é a única do setor a utilizar os dois diferentes processos produtivos em seu parque industrial, a via seca e a via úmida.

Os dois SPLs mais importantes para a indústria cerâmica são: o de Santa Gertrudes (SP) e de Criciúma (SC). Embora exista uma competição entre eles, os produtos são distintos e as principais diferenças são a matéria-prima usada na fabricação da placa cerâmica e o processo de produção adotado.

Grande parte da produção de Santa Gertrudes utiliza cerâmicas de base vermelha (argilas carbonáticas), onde a mistura é feita por via seca em moinhos de martelo, com posterior peneiramento, o que permite a biqueima rápida. Devido ao processo de fabricação por via seca ser mais econômico, as empresas de Santa Gertrudes conseguem atuar no mercado com preços mais acessíveis.

Devido ao crescimento do setor cerâmico na região de Santa Gertrudes e a necessidade de uma entidade que representasse esse segmento no mercado criou-se o Sindicato da Indústria da Construção, do Mobiliário e de Cerâmicas de Santa Gertrudes– Sincer. O Sincer (2009), foi fundado em 1963 e abrange a cidade de Santa Gertrudes, e região, compreendendo Rio Claro, Cordeirópolis e Ipeúna.

O Sincer atua em parceria com a Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento Aspacer. A Aspacer (2009) foi constituída em 1999 pelos empresários

¹¹ No item 4.3 será abordado sobre a criação da Associação Nacional de Fabricantes de Cerâmica para Revestimento (Anfacer).

do setor devido à necessidade de uma entidade que atendesse todas as indústrias cerâmicas do estado de São Paulo, pretende buscar a união das indústrias cerâmicas atuando como sociedade civil de personalidade jurídica própria.

A Aspacer propõe-se a:

- a. representar e defender seus associados perante entidades públicas e privadas;
- b. reunir os interesses das indústrias de revestimento cerâmicos do estado de São Paulo juntamente com todas as empresas ou entidades ligadas ao setor;
- c. dar impulso à comunicação entre os associados para troca de informações e experiências;
- d. oferecer cursos e palestras para discutir e divulgar conhecimentos da área de cerâmica;
- e. dar suporte à criação de cursos para formação dos assentadores de revestimento cerâmico.

4.3 Associação Nacional de Fabricantes de Cerâmica para Revestimento (Anfacer)

A Associação Nacional de Fabricantes de Cerâmica para Revestimento - Anfacer (2009) representa o setor cerâmico que é composto por 94 empresas, que possuem 117 plantas industriais que empregam aproximadamente 23 mil pessoas. Fundada em 1984, pretende ter como prioridades:

- a) exercer a representação institucional;
- b) fazer a propaganda e a comunicação social do setor;
- c) incentivar programas setoriais de exportação;
- d) desenvolver a inteligência comercial e organizar informações do setor .

Sua atuação política e institucional objetiva contribuir para o desenvolvimento do setor de revestimento cerâmico aumentando a competitividade e qualidade do produto, além da ampliação do mercado nacional e internacional.

4.4 Centro Cerâmico do Brasil (CCB)

Criado em 1993 pela Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmicas para Revestimento (ANFACER), o Centro Cerâmico do Brasil (CCB) é qualificado pelo Ministério da Justiça como Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP). Desenvolve projetos e pesquisas no setor cerâmico, atuando na difusão de conhecimentos e informações tecnológicas e divulgando a importância e a necessidade de um organismo certificador da qualidade de produtos cerâmicos. É uma entidade empresarial, sem fins lucrativos, com personalidade jurídica de direito privado, formado por representantes dos fabricantes de placas, argamassas colantes e telhas cerâmicas, por consumidores e por entidades neutras (de órgãos de pesquisa, academia e de entidade de normalização).

O CCB tem como principal objetivo contribuir para o desenvolvimento tecnológico e o fortalecimento da cadeia produtiva da indústria cerâmica brasileira. Em 1996, foi credenciado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro), consolidando-se como um Organismo de Certificação Credenciado (OCC) de Sistema e Produto e Entidade Tecnológica. Trabalha com a certificação de placas cerâmicas em duas modalidades:

- a) Certificação do Produto - através da exigências da norma NBR 13.818, que é equivalentes às normas internacionais ISO 13.006 e ISO 10545; e
- b) Certificação de SISTEMA, que certifica o sistema da qualidade da empresa, com base na norma ISO 9.000.

Desenvolve a certificação de Produtos e Sistemas da Qualidade de:

- a) Placas Cerâmicas para Revestimentos - pisos e azulejos (NBR 13.818);
- b) Telhas Cerâmicas (NBR 13583);
- c) Blocos Cerâmicos (NBR 15270 parte 1, 2 e 3);
- d) Telhas de Concreto (NBR13858); e
- e) Argamassa (NBR 14992/2003) de Rejuntamento.

Em 1996, passa a certificar também o Sistema de Gestão da Qualidade. Em 2001, o Centro Cerâmico do Brasil passa a oferecer assistência técnica e orientação ao consumidor, treinamento e consultoria às empresas cerâmicas, através do Centro de Informações Tecnológicas (CITEC), unidade independente do Laboratório do Centro Cerâmico do Brasil (LabCCB).

Participa da elaboração e da atualização de normas técnicas do setor junto ao Inmetro e promove treinamentos e palestras para fabricantes, especificadores e assentadores. Além disso, desenvolvem pesquisas de inovação tecnológica em parceria com instituições de ensino e pesquisa, entidades governamentais e empresariais, visando melhorar a competitividade da indústria cerâmica brasileira no mercado interno e externo.

O crescimento das importações nos últimos anos, principalmente de produtos que possuem alto valor agregado como o porcelanato, pode afetar o progresso da indústria brasileira. Com estruturas comerciais já estabelecidas no país, fabricantes tradicionais viabilizam parte dessas importações abastecendo as classes consumidoras A e B, o que prejudica as vendas do produto nacional no mercado interno. Dentro desse contexto, em 2007 o CCB, em conjunto com a ANFACER e com outras entidades, trabalhou com a ABNT para a criação da primeira norma mundial para porcelanato— a NBR 15463.

Ampliando a gama de atuação, o CCB passa, então, a desenvolver design para o revestimento cerâmico. Uma equipe multidisciplinar compõe o quadro de profissionais que atuam nas áreas de design de produtos, design gráfico, arquitetura, química, engenharia mecânica, ciências e engenharia dos materiais e ciências da computação. Esses profissionais se dividem entre as duas regiões estratégicas do setor cerâmico nacional: o CCB Design em Santa Gertrudes, SP, e a Agência para o Desenvolvimento do Design Cerâmico, em Florianópolis, SC.

O CCB Design atua principalmente no desenvolvimento de projetos e pesquisas do design do produto cerâmico, com o objetivo de agregar valor ao produto cerâmico nacional, criando identidade própria e, assim, elevando a capacidade da indústria cerâmica brasileira competir no mercado internacional. Realiza divulgação do design entre os consumidores; profissionais e estudantes envolvidos com projeto, especificação e/ou comercialização do produto cerâmico.

Em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina o CCB Design elabora projetos inovadores de pesquisa, procurando manter o equilíbrio do setor com o desenvolvimento de novos materiais, novos processos, novas propriedades funcionais e diferentes formas de utilização dos materiais cerâmicos. Trabalha para a difusão de metodologias de gestão do design nas empresas do setor, oferecendo capacitação especializada aos estudantes, profissionais e equipes de projeto.

Com regras mais rigorosas, o mercado da construção civil começa a exigir das empresas construtoras e dos projetistas, certificação através do Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo, Qualihab e/ou SIC – Construtoras do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat, PBQP-H¹². Na década de 1980, a constante busca de melhoria da qualidade e produtividade na construção civil impulsiona o setor público e privado a iniciar a implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas de serviços e obras. Esses sistemas são desenvolvidos através de parcerias com entidades de classe, universidades, institutos de pesquisa e empresas de consultoria.

Nesse cenário, o CCB, como organismo de certificação, concede certificados de conformidade para sistemas e produtos, com possibilidade de certificação de Serviços. Os critérios para avaliação da conformidade e amostragem dos produtos avaliados são estabelecidos por uma comissão técnica que define os procedimentos com base em norma brasileira específica do produto, porém mediante consulta às normas internacionais e critérios adicionais do Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) e IAF (Internacional Accreditation Fórum). São documentados conforme requisitos da ABNT ISO/IEC Guia 7, que assegura a rastreabilidade e representatividade da produção.

¹² O programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo (Qualihab) e o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat - PBQP-H, do governo Federal, foram criados em 1990. O Qualihab desenvolve certificação de obras de acordo com a ISO 9001 e 9002 e o PBQP-H desenvolve uma norma chamada SIC-Construtoras, a qual certifica empresas construtoras em diversos níveis de qualificação, conforme as diretrizes do regimento do Sistema de Qualificação de Empresas e Obras (FABRÍCIO e MELHADO, 2002).

Quanto à Certificação de Sistema de Gestão da Qualidade os parâmetros seguem as normas NBR ISO 9001/2000, para Produtos Minerais não metálicos e sua atuação é estabelecida pelo Inmetro. As diretrizes que ditam a Gerência de Certificação encontram-se no Estatuto Social do Centro Cerâmico do Brasil, que possui ação independente do controle daqueles que tenham interesse direto nos produtos ou serviços analisados. Esta Certificação é feita por auditores e técnicos especialistas próprios ou terceirizados, em laboratórios locais ou locados.

Mesmo utilizando tecnologia de ponta, as empresas localizadas no Pólo de Santa Gertrudes fabricam produtos de menor valor agregado que aqueles fabricados no Pólo de Santa Catarina. Dependem geralmente de fornecedores de equipamentos, materiais e também de empresas de coloríficos, uma vez que o design para a definição do padrão estético ainda é baseado em tendências do exterior (CONSTANTINO, ROSA, CORRÊA, 2006).

Os sistemas de gestão, as estruturas administrativas e a qualificação da mão-de-obra ainda são pouco desenvolvidas na região de Santa Gertrudes, embora esteja em curso um processo de profissionalização administrativa e estejam sendo feitos investimentos na automação do processo de produção visando melhorar a qualidade do produto e superar a capacidade de produção (CONSTANTINO, ROSA, CORRÊA, 2006).

O sistema de certificação CCB está aberto a todas as organizações interessadas que se encaixem nas suas áreas de atuação, independente de filiação a qualquer órgão ou associação. Segue na figura um organograma com a estrutura organizacional e unidades de negócio do Centro Cerâmico do Brasil.

Figura 20. Estrutura Organizacional e Unidades de negócio do CCB

Fonte: Arquivo CCB

4.5 Centro de Inovação Tecnológica em Cerâmica (CITEC/CCB)

No ano de 2000, o Centro Cerâmico do Brasil assumiu a gestão administrativa do Laboratório de Ensaios Cerâmicos de Santa Gertrudes (LABCER). Em parceria com a Prefeitura Municipal de Santa Gertrudes e a Associação Paulista das

Cerâmicas de Revestimento (Aspacer), em setembro de 2002, o CCB inaugurou o Centro de Inovação Tecnológica em Cerâmica (CITEC/CCB).

A infra-estrutura do CITEC/CCB é completa, sendo que seus laboratórios fazem todos os ensaios para avaliação da qualidade das placas cerâmicas segundo a norma NBR 13818. O CITEC interage com institutos de pesquisa e centros científicos e tecnológicos de universidades como a Escola de Engenharia de São

Carlos (EESC- USP), a Universidade Federal de Santa Catarina, a Universidade Federal de São Carlos, o Campus de Rio Claro da Unesp e o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Essa cooperação técnico-científica cria possibilidades de desenvolvimento de projetos tecnológicos na área de revestimento cerâmico.

Figura 21 Ensaios dimensionais
Fonte: Arquivo próprio

O Comitê Técnico do CCB se reúne bimestralmente com empresas e entidades de classe do setor de revestimentos cerâmicos, com o principal objetivo de criar um Padrão Brasil CCB de Qualidade. Realizam a análise crítica das Normas Brasileiras de Placas Cerâmicas para Revestimento, tendo como referência as normas internacionais. O Padrão Brasil CCB de Qualidade pretende incentivar a exportação dos produtos nacionais e diminuir a entrada de produtos importados que, muitas vezes, são incompatíveis com as exigências do mercado nacional.

O CITEC possui uma Unidade de Assistência Técnica pós-venda às empresas cerâmicas, com engenheiros e arquitetos especializados do CCB. São desenvolvidos dois tipos de ação:

- atendimento das reclamações feitas através do Inmetro, pelo próprio consumidor das construtoras e empresas cerâmicas. Na maioria das vezes, são patologias em fase de demanda judicial;
- atendimento de queixas feitas para o serviço de SAC-Serviço de Atendimento ao Consumidor das indústrias cerâmicas, que geralmente terceirizam esse serviço ao CITEC/CCB.

Menegazzo (2009) afirma que as tabelas emitidas pelo CITEC/CCB referentes à origem das patologias detectadas no sistema revestimento cerâmico não correspondem à realidade do setor. É provável que a afirmação tenha sido feita devido à pequena base de dados usada como referência. Esta base de dados, seria a relação de empresas que utilizam o atendimento de assistência técnica vinculada ao CCB e que, portanto constituem o resultado das informações para a realização destas tabelas.

Ainda em desenvolvimento, as ações do CITEC por enquanto não conseguiram avançar no sentido de melhorar a qualidade do produto aplicado. As pesquisas já avançaram muito em relação à qualidade do produto isolado, porém não houve muita contribuição quanto ao sistema revestimento cerâmico entendido como um todo.

A Comissão Técnica de Laboratórios de Ensaios em Construção Civil (CTLE-01) também integra o CITEC e é formada por um coordenador, uma secretária, um representante do Inmetro e por Laboratórios de Ensaios Nacionais que atuam na Área da Construção Civil, desde que acreditados ou em processo de acreditação. O principal objetivo da CTLE-01 é a discussão de assuntos ligados à construção civil. Atuam no planejamento, execução e acompanhamento de todos os programas interlaboratoriais, apresenta os resultados alcançados nos programas e também desenvolve trabalhos na área de incerteza de medição.

4.6 Análise crítica do atendimento ao consumidor realizado pelo CITEC/CCB

A partir dos resultados dos laudos obtidos pelo Centro de Informações Tecnológicas (CITEC), através do serviço de atendimento ao consumidor, durante o período de 2004 a 2007, foi feita uma primeira análise crítica sobre as causas e as origens das patologias mais frequentes.

Conforme a tabela 01, a média da patologia relacionada ao uso/manutenção é de 37,5%. Esta patologia pode estar relacionada ao desgaste do esmalte, ao manchamento (ataque químico e mancha d'água) que podem ocorrer devido à inexistência ou falha do projeto de especificação, à má qualidade dos serviços de mão de obra e ao uso de produtos de limpeza inadequados para a classe correspondente à placa cerâmica.

Os dados da origem da patologia relativos ao assentamento são significativos. A média dos quatro anos analisados é de 33,8%, evidenciando a falta de qualificação e de certificação de todos os profissionais envolvidos no setor.

Tabela 9. Origem dos problemas detectados entre 2004 e 2007

ORIGEM DO PROBLEMA	2004	2005	2006	2007
Placa Cerâmica	34,1%	19,5%	20%	21,8%
Projeto/Especificação	3,8%	5,4%	1%	3,9%
Assentamento	23,5%	42,0%	37%	32,7%
Uso/manutenção	37,1%	32,3%	40%	40,6%
Outros	1,5%	0,8%	2%	1%

Fonte: CITEC/CCB 2008

Conforme a tabela 9 As patologias originadas no projeto/especificação foi de apenas 3,5%, o que gerou um questionamento em relação às médias dos problemas quanto ao assentamento e ao uso/manutenção, tendo em vista o desconhecimento da base de dados para a realização da mesma tabela.

Segundo Medeiros (2000); Just; Franco (2001), tendo como referência aproximadamente 17 estudos de caso, os problemas relacionados com

destacamentos nos RCF possuem três causas principais: falhas na especificação do material, preenchimento incompleto de argamassa colante no tardo da cerâmica e ausência de juntas de dilatação. A origem dessas causas está diretamente relacionada com os aspectos de projeto, técnicas de assentamento e método de controle do processo produtivo.

Nesse contexto, nota-se que as patologias originadas no projeto/especificação, no assentamento e no uso/manutenção estão diretamente relacionadas. A falta de um projeto de revestimento (projeto/especificação) que contemple a qualidade do processo dos materiais/execução (assentamento) e dos métodos de manutenção (uso/manutenção) ao longo da vida útil do edifício, também pode ser o fator responsável pelo surgimento de manifestações patológicas como o destacamento de placas cerâmicas nas fachadas. Além de causar grandes prejuízos financeiros a todos os envolvidos, essa lacuna pode colocar em risco a vida das pessoas.

4.7 Análise do papel das instituições no setor Cerâmico

Existem muitas entidades e sindicatos ligados ao setor cerâmico devido à grande extensão territorial do país e aos inúmeros problemas de ordem comercial, produtiva e tecnológica. As que destacamos neste trabalho possuem como meta comum, oferecer discussão para o crescimento e desenvolvimento da indústria cerâmica, promovendo a troca de experiências e informações entre os associados de cada instituição. O objetivo principal destas instituições é alcançar melhorias diante das implantações tecnológicas no desenvolvimento de pesquisas e nas relações comerciais do setor industrial cerâmico.

Dentre as instituições analisadas, todas pretendem incentivar a criação de cursos de formação para os profissionais envolvidos, porém a oferta destes cursos é notoriamente escassa e pontual sem a abrangência e a regularidade necessárias para um resultado expressivo no setor cerâmico. A prática mais comum não são cursos, mas palestras de fabricantes preocupados com a propaganda do produto.

São oferecidos treinamentos¹³ durante um brevíssimo período de tempo sem a preocupação de oferecer capacitação técnica¹⁴ aos profissionais. Existem alguns investimentos e iniciativas na formação de cursos para os profissionais que trabalham com o sistema revestimento cerâmico por parte de instituições públicas e privadas, entidades representativas como os sindicatos, universidades, fabricantes de materiais de construção, empresas locais e ONGs, contudo são insuficientes para suprir a demanda do mercado. Além de várias publicações de manuais e guias de assentamento cerâmico impressos e eletrônicos, percebe-se que a divulgação destes não atinge uma grande quantidade de profissionais por falta de acesso às informações, tornando-se uma das causas do pequeno número de interessados.

Outra dificuldade do setor é a aproximação entre as pesquisas acadêmicas e as pesquisas institucionais e a indisponibilidade para discussões de questões importantes e polêmicas. Os fabricantes e revendedores de cerâmica muitas vezes criam obstáculos diante os resultados obtidos cientificamente, causando grandes prejuízos de ordem conceitual, econômica, política e tecnológica. As instituições e entidades do setor cerâmico podem rever suas ações em comum na tentativa de atuar em conjunto dentro dos objetivos reais propostos, porém para que isso aconteça todos precisam entender o conceito do sistema e não apenas o produto isolado.

Já houve incentivo do governo a estas instituições com o intuito de investir na educação do setor. Muitos programas de “treinamento” para os profissionais constam apenas na teoria para poder justificar os planos de ação das mesmas, mas

¹³ Segundo Vasconcelos e Brito (2006), treinamento remete à aprendizagem de atividades meramente mecânicas, onde o exercício exige a ação automática sem manifestação de criatividade ou raciocínio. O trabalhador realmente qualificado, conhecedor de seu valor como cidadão, domina seu ofício e tende a se tornar um profissional mais seguro e apto para realizar determinada função.

¹⁴ Segundo Vasconcelos e Brito (2006), capacitação técnica é mais que treinamento, porque é a busca de conhecimento, é apropriação de procedimentos. Não pode nunca reduzir-se ao adestramento, pois que a capacitação só se verifica no domínio do humano (EC: 88).

o que realmente acontece na prática é diferente. Existe um consenso entre os pesquisadores da área sobre a falta de investimento em programas de capacitação profissional e educação continuada, pois as ações ainda são insuficientes perto da demanda do mercado.

No anexo C consta a relação de ações investigadas quanto à oferta de cursos ou palestras para os profissionais que atuam com o sistema revestimento cerâmico.

Capítulo 5 – Apresentação dos estudos de casos

Este capítulo apresenta o estudo de casos, sendo importante esclarecer que os dados coletados referem-se à situação dos edifícios no momento específico em que a pesquisa foi realizada.

5.1 Caso do edifício A

Localização: área nobre da cidade de Piracicaba - SP

Data da construção: 2002

Fundação: não obteve-se esta informação pois não houve acesso ao memorial do projeto, os dados limitaram-se às informações fornecidas pelo engenheiro responsável pela recuperação da fachada do edifício. A construtora responsável pela execução do edifício não atua mais no mercado.

Estrutura de concreto com fechamento em alvenaria

Tipo de bloco de vedação: tijolo baiano

Revestimentos: placa cerâmica 10x10 e 10x15-Grupo BIIa

Argamassa colante tipo ACII

Camada de emboço: espessura de aproximadamente 5 mm.

O edifício é revestido com cerâmica e a fixação do material é feita com argamassa colante industrializada, conhecido como método aderido. O material cerâmico utilizado é produzido por uma empresa brasileira há muitos anos no mercado e possui grande aceitação entre os profissionais e consumidores. A paginação da fachada é composta por dois tamanhos de placas. O empreendimento possui duas torres de edifícios, uma com 16 e outra com 18 andares.

O destacamento na fachada foi facilmente detectado por ocorrer em várias áreas e em todas as faces do prédio, principalmente próximas às esquadrias e na face voltada para o norte, como pode ser visto na figuras 22 e 23.

Figura 22. Vista geral do Edifício A

Fonte: Arquivo próprio

Figura 23. Edifício A em processo de recuperação

Fonte: Arquivo próprio

O processo de recuperação já havia sido iniciado quando se fez o primeiro contato com a obra. Através de uma conversa com o porteiro dos edifícios e posteriormente com um dos assentadores de revestimento cerâmico que trabalhava no local, identificou-se a empresa construtora e o engenheiro responsável pelos serviços. A entrevista com o engenheiro responsável pela recuperação da fachada do edifício confirmou-se depois de agendamento por telefone.

A Construtora responsável pela execução do empreendimento fechou e, portanto, as informações obtidas foram prestadas somente pelo engenheiro responsável pela recuperação da fachada.

Depois de algumas tentativas de contato telefônico, foi possível agendar uma visita até o escritório do engenheiro para realizar a entrevista. No total foram três visitas ao escritório para obter os dados necessários. As visitas ao canteiro de obras foram mais numerosas com o objetivo de acompanhar criteriosamente o processo de recuperação da fachada revestida com cerâmica, com registro fotográfico. O edifício já estava em processo de recuperação há dois anos, desde 2007.

Através de uma conversa informal com uma proprietária obteve-se a informação que desde que começou o destacamento das placas, o prédio encontra-se em constante recuperação. A moradora descreve que caem várias placas juntas, depois de já estarem “estufadas”, quase sempre depois de uma rajada forte de vento.

Este trabalho de campo realizou-se no período de um ano e meio.

O processo de recuperação, segundo dados do engenheiro:

1. Detectaram-se várias áreas com destacamento de revestimento cerâmico em várias faces da fachada;
2. A superfície da fachada, já “estufada” recebe leves “batidas” com martelo de borracha para a retirada de todas as placas na área ao redor das placas que já descolaram e que, dessa maneira, podem estar se descolando também;
3. Retirou-se o emboço existente raspando-o;
4. Usou-se uma mangueira pra molhar a superfície;
5. Refez-se o emboço preparado “In loco” composto de (areia+cimento+sica chapisco+EVA acrílico);

6. Assentaram-se as mesmas placas, recuperadas com argamassa colante tipo ACII;
7. Faltou uma quantidade pequena de placas, que foram repostas. Por serem de outro lote, possuíam outra tonalidade e calibre, portanto, foram assentadas em um área com menos visibilidade;
8. Aplicou-se junta de movimentação em áreas com maior destacamento, onde havia caído um grande painel de placas;
9. Aplicou-se mastique (cica-flex) em volta das esquadrias, chamada de “junta de contra-regra” pelo engenheiro responsável;
10. Os assentadores receberam “treinamento”¹⁵ na própria obra.

Considerações sobre o caso:

A partir dos dados obtidos pode-se concluir que o provável diagnóstico da patologia encontrada neste caso foi a dificuldade de aderência da argamassa colante com a superfície do emboço que tem uma espessura de 5 milímetros aproximadamente, medida inferior da recomendada por norma e a falta de juntas de movimentação em todo o “pano” de revestimento.

Segundo a NBR 13749 (1996), recomenda-se que em revestimentos externos, a camada de emboço seja produzida com espessura de 20 a 30 mm, mantenha-se aderida às camadas vizinhas, diminuindo o efeito dos movimentos diferenciais entre as camadas.

Confirmando a revisão da literatura, pode-se concluir que no caso do edifício A, a inexistência de um projeto de revestimento cerâmico de fachada, o qual indica todos os elementos e procedimentos necessários para os serviços de execução e manutenção, somados à falta de conhecimento das interfaces dos materiais que

¹⁵ Picchi (1993) *apud* Holanda (2003), constataram que a formação dos profissionais da construção de edifícios tem sido a própria obra. O processo não ocorre de maneira organizada e planejada o que dificulta a formação de profissionais qualificados. Este fato explica os serviços de baixa qualidade causando o retrabalho que contribui para os altos índices de desperdícios e baixa produtividade do setor. Holanda (2003) afirma que após dez anos a situação continua a mesma apresentada por Picchi.

compõe o RCF, da parte de todos os profissionais envolvidos, são as causas das patologias encontradas.

5.2 Caso do Edifício B

Localização: área central da cidade de Piracicaba-SP

Data da construção, fundação, tipo de bloco de vedação, e argamassa colante: estes dados não foram obtidos devido às dificuldades de contato e acesso às informações. A construtora responsável pela execução do edifício não cedeu entrevista.

Estrutura de concreto com fechamento em alvenaria

Revestimentos: Composição de pastilha de porcelana 5x5cm telada (tela de 30x30cm)—Grupo Bla e Granilato ou Areia quartzo.

A construção do edifício B tem aproximadamente 8 anos, segundo o responsável pela recuperação de fachadas. Já passou por um processo de recuperação há 3 anos. É revestido com pastilhas de porcelana, 5X5 cm, que são comercializadas em telas de 30X30 cm. O edifício tem 12 andares. Os destacamentos podem ser observados com facilidade, pois a variação de tonalidade e marcas do re-assentamento ficaram evidentes, como pode-se notar na figura 24.

Figura 24. Detalhe da fachada recuperada do Edifício B evidenciando a diferença de tonalidade das pastilhas originais com as recolocadas

Fonte: Arquivo próprio

Inicialmente, identificou-se o destacamento no edifício B que está localizado na região central da cidade de Piracicaba, estado de São Paulo. O primeiro contato foi com o funcionário da portaria que forneceu o nome da pessoa responsável pelos serviços de manutenção do edifício, dizendo que essa pessoa poderia esclarecer algumas dúvidas. O funcionário da manutenção forneceu o nome da empresa responsável pela recuperação, contrariando as ordens do síndico. A partir disso percebeu-se o desgaste do síndico quando o assunto era o problema do destacamento, eliminando a possibilidade de conseguir informações com o mesmo. Segundo o funcionário responsável pela manutenção do prédio a fachada do edifício já havia sido recuperada mais de uma vez por esta mesma empresa.

Diante das dificuldades de efetivar o contato, em uma conversa informal com uma arquiteta da cidade de Piracicaba, soube-se que uma empresa de engenharia poderia ter informações pertinentes sobre o caso. Através de contato por telefone, o engenheiro desta empresa forneceu os dados da empresa de recuperação de fachadas.

Depois de uma sucessão de telefonemas e visitas até o edifício, o primeiro contato com o responsável pela empresa de recuperação de fachadas foi agendado. Constatou-se que os edifícios B e C, foram recuperados pela mesma empresa. Realizou-se a entrevista nas imediações do edifício C.

Diante das inúmeras tentativas para se obter as informações, muitas foram adquiridas por meio de trocas de mensagens via email. Embora o responsável seja tratado como engenheiro, ele não é graduado em curso superior de engenharia civil.

Segundo o responsável pela recuperação da fachada, o destacamento se deu devido ao “pano” cerâmico ser muito grande e contínuo, sem juntas de dilatação. Ocorreram fissuras nas juntas de assentamento, o que causou infiltração através das juntas de rejuntamento e a posterior queda das pastilhas.

O procedimento adotado, segundo o responsável pela recuperação de fachadas, baseou-se em um guia de orientação técnica de pintura, detalhado a seguir:

1. Detectaram-se várias áreas com destacamento de revestimento cerâmico em várias faces da fachada;
2. A superfície da fachada recebe leves “batidas” com martelo de borracha para a retirada de todas as placas que estão se soltando na área ao redor das placas que já se destacaram. Retiraram-se todas as placas quando o som soava oco;
3. Assentaram-se novas pastilhas com argamassa colante não revelada pelo responsável;
4. A mão de obra foi “treinada” na própria obra.

Considerações sobre o caso:

Um possível diagnóstico para a patologia encontrada é a falta de aderência da argamassa colante com a camada do substrato.

Neste caso foi muito trabalhoso e demorado o acesso às informações mínimas necessárias para análise, dificultando um estudo mais aprofundado. Porém, fica evidente a falta de conhecimento do responsável pela recuperação sobre o sistema revestimento cerâmico e a relação deste com todo o edifício. Não houve também a utilização de uma metodologia de recuperação de fachadas, já desenvolvida em pesquisas acadêmicas.

5.3. Caso do edifício C

Localização: região central da cidade de Piracicaba - SP

Data da construção: 2001

Fundação e argamassa colante: Não foram obtidas, pois a construtora que executou o prédio fechou e o responsável pela recuperação da fachada disse não possuir estas informações.

Estrutura de concreto com fechamento em bloco cical (sílico calcário)

Tipo de bloco de vedação: Bloco sical

Revestimentos: Pastilhas de porcelana 5x5 telada (tela de 30x30)–Grupo Bia

O edifício C possui 17 andares e tem aproximadamente 12 anos de construção. Já passou por um processo de recuperação há 10 anos. Possui dois tipos de revestimentos, pastilhas de porcelana, 5X5 cm, que são comercializadas em telas de 30X30 cm, produzidas por uma conceituada empresa brasileira e uma composição de Granilato ou Areia quartzo. O destacamento e as fissuras foram identificados pelo péssimo estado em que se encontra a fachada do edifício, principalmente a face voltada para o norte, como pode-se observar na figura 25.

Figura 25. Fachada Norte do Edifício C

Fonte: Arquivo próprio

Figura 26. Detalhe da fachada já recuperada e com novo destacamento do Edifício B

Fonte: Arquivo próprio

A entrevista foi realizada no próprio edifício, pois o responsável precisava verificar o estado em que a fachada encontrava-se, o edifício já havia passado por recuperação devido às constantes quedas do revestimento cerâmico. O responsável pela recuperação informou categoricamente que daria início a um novo processo de recuperação no edifício C no prazo de uma semana, a partir da data da entrevista. Entretanto na próxima visita ao local constatou-se que o condomínio ainda não tinha aprovado a proposta da empresa.

A construtora responsável pela execução do edifício C não existe mais e, por isso, as poucas informações quanto ao processo construtivo foram obtidas com o responsável pela empresa de recuperação de fachadas.

Considerações sobre o caso:

Segundo o responsável pela recuperação da fachada, o comportamento do bloco de vedação é o responsável pelas trincas frequentes e posterior destacamento das placas.

Embora os dois edifícios, o B e o C, tenham características diferentes quanto à causa das patologias, todo o processo de recuperação aplicado foi idêntico. A falta de conhecimento técnico suficiente do responsável pela recuperação e a ausência da definição de um método próprio para cada caso podem ser os fatores que contribuíram para a falta de sucesso no trabalho realizado.

Capítulo 6

Considerações Finais

O setor da construção civil brasileira vive atualmente um período de grande crescimento e para dar conta do aumento do volume de obras demanda um contingente de engenheiros, mestres e mão-de-obra expressivos.

Paralelamente, no mercado, aparecem novos materiais com técnicas e sistemas inovadores de construção de forma racionalizada e com baixos índices de desperdício. Porém o avanço tecnológico está diretamente relacionado com a formação dos recursos humanos. As mudanças nos sistemas de produção dependem da capacitação e da adaptação dos profissionais envolvidos, no caso da tecnologia embutida no projeto, em algum componente industrializado, o trabalhador sempre vai usar sua experiência prática na hora da execução, intervindo com seu próprio conhecimento adquirido ao longo da vida profissional para utilizar e aplicar materiais e componentes. Porém, as oportunidades de qualificação profissional diante destas novas tecnologias de construção não dão conta da realidade do setor.

A desqualificação profissional dos operários da construção atingiu um grau elevadíssimo nas últimas décadas. O setor que mais emprega trabalhadores com contrato informal é o da construção civil, possuindo um alto índice de rotatividade, o que dificulta a formação continuada do profissional.

Uma discussão freqüente é de quem é a responsabilidade pela qualificação e formação deste contingente? Quando entrevistados os proprietários de construtoras alegam que está é uma função da administração local enquanto esta delega o problema às empresas privadas. A questão poderia ser amenizada com a ação conjunta entre os agentes da indústria, os empresários, a administração local e as entidades representativas. Apenas a articulação entre todos os representantes teria força e recursos para mudar a realidade deste mercado.

Neste contexto, no caso específico desta pesquisa, realizou-se um levantamento sobre as patologias do sistema revestimento cerâmico, suas causas e conseqüências e implicações com os profissionais envolvidos. Com a revisão da literatura verificou-se que a patologia mais encontrada e mais preocupante é o destacamento de fachadas de edifícios. Devido esta constatação realizou-se um estudo de caso em edifícios revestidos com cerâmica em recuperação de fachadas a fim de compreender como ocorre o processo de recuperação em um canteiro de obra.

Os estudos de caso evidenciam a produção bibliográfica consultada, assim como nos três casos analisados ficou evidente a falta de formação dos profissionais envolvidos no sentido de ter um conhecimento mais aprofundado da patologia recorrente e do entendimento de que o revestimento cerâmico constitui um sistema, sendo considerado um subsistema integrado ao edifício. Em todos os casos analisados ocorreu falta de planejamento antes do início da recuperação das fachadas por parte dos responsáveis pela recuperação. Esta constatação evidencia a distância entre as pesquisas acadêmicas e a falta de diálogo entre os diversos agentes envolvidos. Isto comprova ser necessário investir na formação e criar condições de qualificar os profissionais envolvidos para minimizar a quantidade de patologias relacionadas ao sistema de revestimento cerâmico e, especificamente, ao sistema de revestimento cerâmico de fachada.

O setor de revestimento cerâmico já possui uma metodologia de projeto para produção de revestimento de fachada desenvolvida e testada que consegue reduzir custos diretos de produção e atenuar a ocorrência de patologias que acarretam altos custos indiretos. Os projetos de arquitetura, estrutura, alvenaria e esquadrias interagem para terem suas interfaces identificadas e definidas, são realizados estudos de ajuste de modulação e mapeamento de espessuras que diminuem os recortes nas placas e o consumo da argamassa de emboço permitindo maior produtividade da mão-de-obra. Estas são algumas das medidas tomadas que seguem a lógica da produção.

Os profissionais entrevistados no trabalho de campo desta pesquisa desconhecem esta metodologia de projeto para produção de revestimento de fachada. Isto explica o fato de persistir o destacamento das placas nos edifícios analisados.

Existem cerca de 40 Instituições de Ensino e Pesquisa dedicados à Cerâmica no Brasil que formam profissionais em diversos níveis educacionais como técnicos cerâmicos de nível médio, engenheiros de materiais e pós-graduados, mestres e doutores. Porém, faz-se necessário a adoção de uma política de formação para a construção civil, especificamente para o setor SRC, incentivando a criação e implantação de cursos de formação profissional.

6.1 Pesquisas Futuras

O desenvolvimento deste trabalho possibilitou algumas sugestões de futuras pesquisas que poderão ser realizadas, sendo que algumas foram apresentadas pela banca, no momento da qualificação do presente trabalho. A breve explicação está descrita a seguir:

- Diminuição do uso da tecnologia de revestimentos cerâmicos em fachadas.

Como foi apresentado anteriormente segundo afirmação de Boschi (2009), 90% dos revestimentos produzidos no Brasil são destinados para uso interno devido à crescente descrença das fachadas revestidas com revestimento cerâmico. Porque os especificadores perderam a confiança nos revestimento cerâmicos de fachada? Apresentar pesquisa que contenha o cálculo de quanto seria o valor agregado, se 5% das fachadas dos edifícios no país fossem revestidas com revestimento cerâmico. Quanto isto representaria em números para o setor? A partir deste valor, quantos m² não foram consumidos em fachadas?

- Pesquisa quanto às normas brasileiras (NBR)

Análise e crítica quanto às normas brasileiras. Algumas questões podem ser levantadas quanto ao número das normas, são suficientes? Levam em consideração o tempo de vida do material? Sugerem alguma recomendação quanto á manutenção do sistema construtivo? É necessário criar normas específicas para uso do revestimento cerâmico em piscinas.

- Pesquisa aprofundada sobre a oferta e a demanda de cursos para formação profissional de assentadores de revestimento cerâmico. Investigar as possibilidades de criar diretrizes para cursos contínuos que atendam o número máximo de profissionais. Entender porque os cursos são escassos e pontuais.

Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção- ABRAMAT; Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil. **Capacitação e certificação profissional na construção civil e mecanismos de mobilização da demanda**. Relatório Final da Etapa 1 - Proposta de Estratégia. Relatório Abrammat 12 10 07. 31/maio/2007.

ALMEIDA, A.E.F.S. (2005) Estudo da influência das adições de Sílica Ativa e Copolímero Estireno Acrílico nas propriedades de argamassas para o assentamento de porcelanato. 223f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Paulo, São Carlos, 2005.

ARNALDO, Maria Eugénia A. 20 Anos na Construção Civil - Instituto Politécnico de Tomar – Departamento de Engenharia Civil – Tomar (2006).

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Cerâmica (2009). A ABC: histórico-resumo. Disponível em:<http://www.abceram.org.br/asp/abc_151.asp>. Acesso em: 15 jun. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO (2008)– ABRAMAT Disponível: <http://www.abramat.org.br/>. Acesso em: 10.abril.2008

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13530 Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas –Classificação (1995)

_____. NBR 13583 Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas Determinação da resistência de aderência à tração, 1995.

_____. NBR 13749. Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas–Especificação (1996).

_____. NBR 13755: Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante: procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

_____. NBR 13816. Placas Cerâmicas para Revestimento - Terminologia - (Abril/1997)

_____. NBR 13817. Placas Cerâmicas para Revestimento - Classificação - (Abril/1997)

_____. NBR 13818. Placas Cerâmicas para Revestimento - Especificação e Métodos de Ensaio (Abril/1997)

_____. NBR 14081: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmica: especificação. Rio de Janeiro, 1988.

_____. NBR 14992/2003. Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas - Requisitos e métodos de ensaios (outubro/2003).

ASSOCIAÇÃO Nacional de fabricantes de cerâmica para revestimento (2009). Anfacer. Disponível: <http://www.anfacer.org.br/>. Acesso em: 15.jun. 2009

ASSOCIAÇÃO Paulista das cerâmicas de revestimento (2009). Aspacer: histórico-resumo. Disponível em: <http://www.aspacer.com.br/index.php>. Acesso em: 15.jun. 2009

BAÍA, L.L.M.; SABATTINI, F.H. Projeto e execução de revestimento de argamassa. Coleção Primeiros Passos da Qualidade nos Canteiros de Obras. São Paulo: O Nome da Rosa Editora, 2000.

BARBOSA, D.S. et al. (2008). Controle e Automação na Indústria Cerâmica: Estudo de Caso na fabricação de porcelanato no Brasil-SC. Revista Cerâmica Industrial, São Carlos, v.13, n.4, p.23-30, jul/ago.

BELLINGIERI, J.C. As Origens da Indústria Cerâmica em São Paulo Revista Cerâmica Industrial, São Paulo, v. 10, n. 1/3 mai/jun 2005, p. 19-23.

BORTOLETTO, M.P. (2004). Avaliação das argamassas colantes industrializadas, tipo ACIII, para utilização no assentamento de revestimento cerâmico em fachada de edifícios. 112f. Dissertação (Mestrado)- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

BOSCHI, A.O. Uma Análise Crítica do Setor de Revestimentos Cerâmicos Revista Cerâmica Industrial, São Paulo, v. 7, n. 1/2 mar/abr 2002, p. 8-13, Disponível em:

<http://www.ceramicaindustrial.org.br/search.php?f=2&search=v7n2&match=2&date=0&fldauthor=1&fldsubject=1#>. Acesso em: 11 nov.2008.

BOSCHI, A.O. Panorama Atual da Indústria Brasileira de Revestimentos Cerâmicos. Revista Cerâmica Industrial, São Paulo, v. 13, n. 1/2 mai/jun 2008, p. 13-16, Disponível em:

<http://www.ceramicaindustrial.org.br/search.php?f=2&search=v13n3&match=2&date=0&fldauthor=1&fldsubject=1>. Acesso em: 16 set.2008.

BOWMAN, Richard. (2008). Striving to overcome recurrent challenges: Qualicer 1990 – 2008. In: X World Congress on Ceramic Tile Quality- Qualicer 2008 Castellon- Spain. Qualicer 2008 Papers group p. 1- 26.

BUSTAMANTE, G.M.; BRESSIANI, J.C. A indústria cerâmica brasileira Revista Cerâmica Industrial, São Paulo, v. 5, n. 3 mai/jun 2000, p. 31- 36, Disponível em: http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v05n03/v5n3_5.pdf. Acesso em: 20.nov.2008.

CAMPANTE, E.F. (2001). Metodologia para diagnóstico, prevenção e recuperação de manifestações patológicas em revestimento cerâmico de fachada. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2001.

CAMPANTE, E.F E SABBATIN, F.H. (2001). Metodologia para diagnóstico, recuperação e prevenção de manifestações patológicas em revestimento cerâmico de fachada. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2001

Centro Cerâmico do Brasil-CCB. Site oficial <http://www.ccb.org.br>. Acesso em: março. 2009.

- COLLANTES, C.M. Contribuição ao estudo das técnicas de preparo da base no desempenho dos revestimentos de argamassa. 1998. 198f. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.
- CONSTANTINO, A.O.; ROSA, S.E.S; A.R. CORRÊA. (2006). Panorama do Setor de Revestimentos Cerâmicos. Área Industrial. Departamento de Bens de Consumo. BNDES. Disponível em: <http://www.bndes.org.br>. Acesso em: 11.nov.2008.
- ESQUIVEL, J.F.T. (2001). Avaliação do uso de revestimentos cerâmicos de fachada em edifícios residenciais multifamiliares em São Paulo: Estudo de caso região sul – 1994 – 1998. 427f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- ESQUIVEL, J.F.T.; Barros, M.M.S.B.; SIMÕES, J.R.L. (2001) A escolha do revestimento de fachada de edifícios é influenciada pela ocorrência de problemas patológicos? In: Congreso Iberoamericano de Patología de las Construcciones – Conpat BR44.
- FABRICIO, Márcio M.; MELHADO, Silvio B. (2002) Globalização e a Modernização Industrial na Construção de Edifícios. In: IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC. Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil.
- FAVALLI, R.C. (2002). Modelagem e simulação do processo de atomização na indústria de revestimento cerâmico. Tese (Doutorado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN-CNEN, São Paulo, Brasil, 2002.
- FERES, J.P.L. (2004). Estudo da argamassa de rejuntamento: Análise crítica da norma NBR14992/2003 A.R. Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas requisitos e métodos de ensaios. 114f. Dissertação (Mestrado) – Escola Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.
- FIORITO, A.J.S.I. (1994). Manual de argamassas e revestimentos: Estudos e procedimentos de execução. São Paulo, Editora Pini.

FONTENELLE, M. A. M.; MOURA, Y. M. Análise da prática usual de revestimento cerâmico em fachadas- O caso das empresas participantes do programa de melhoria da comunidade da construção de Fortaleza. I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL E X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004.

GAMBULI, P. (2001). Tendências Mundiais da Produção de Revestimentos Cerâmicos Revista Cerâmica Industrial, São Paulo, v. 6, n. 6 nov/dez 2001, p. 7-10, Disponível em: http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v06n06/v6n6_1.pdf. Acesso em: 16 set.2008.

GEA, A.M. Da Róz; SILVA, G. Scur da e GARCIA, R. de Castro (2004). Caracterização dos sistemas locais de produção da indústria cerâmica de revestimento de Criciúma (SC) e Santa Gertrudes (SP) In: XXIV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP. Florianópolis, SC, Brasil

GUIA para revestimentos cerâmicos. (2003). São Carlos: EESC/SAP. Desenvolvido por Grupo de Pesquisa ArqTeMa- Arquitetura, Tecnologia e Materiais. Disponível em: <http://www.eesc.usp.br/sap/docentes/sichieri/ceramica/#>. Acesso em: 10 dez.2007.

HARTOG, P. La Experiencia que no há Servido de Leccion: Defectos que se Repiten, y Defectos Futurus en La Colocacion de Baldosas Cerámicas- Anais do Qualicer, Castellón, España, 2000.

HOLANDA, E. P. T. (2003) Novas tecnologias construtivas para produção e vedações verticais: Diretrizes para o treinamento de mão de obra. 174f. Dissertação (Mestrado)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2003.

JUNGINGER, M. (2003) Rejuntamento de revestimentos cerâmicos: influência das juntas de assentamento na estabilidade de painéis. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo- Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2003.

- JUST, A.; FRANCO, L.S. Descolamento dos revestimentos cerâmicos de fachada na cidade de Recife. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2001.
- JUST, A. (2004) Revestimentos. Apostila. Universidade Católica de Pernambuco, Departamento de Engenharia Civil, Recife, 2004.
- LIMA, Luciana C. (1997) Materiais Cerâmicos para Revestimento: condição sobre produção e especificação. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.
- LIMA, Luciana C. (2003) Elaboração de um software para especificação de sistema revestimento cerâmico. 76f. Tese (Doutorado) – Interunidades Ciências e Engenharia de Materiais da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.
- MATSUSATO, M. (2007) Estudo do comportamento de argamassas colantes com aditivação de látex acrílico. 103f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo- Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2007.
- MEDEIROS, J.S. (1999) Tecnologia e Projeto de Revestimentos Cerâmicos de Fachadas de Edifícios. 458f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- MENEGAZZO A.P. (2009). Publicação eletrônica [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por leilapez@sc.usp.br. em 2009.
- MIGUEL, P.A.C. (2007) Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. Produção, v.17, n.1, p. 216-229, jan/abr. 2007.
- PAULO, R.S.V.M.N. (2006). Caracterização de Argamassas Industriais. 142f. Dissertação – 2006 Universidade de Aveiro-Departamento de Engenharia Cerâmica e do Vidro, Aveiro, Portugal. 2006.

- PEREIRA, Paulo C. Xavier; GITAHY, M. LUCIA C. (2002). Complexo Industrial da Construção e a Habitação Econômica Moderna. 1930-1964. São Carlos Ed. Rima.
- PEREZ, Fabiana (2003) Argamassas colantes utilizadas na fixação de revestimentos cerâmicos. 163f. Dissertação (Mestrado)- Interunidades Ciências e Engenharia de Materiais da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003
- RESENDE, M.M.; Medeiros, J.S. Recuperação de Revestimentos de Fachada de Edifícios: Estudo de Casos.
- ROMAN, Humberto (2005) Placas cerâmicas para revestimentos de pisos e paredes. Apostila da disciplina Produtos Cerâmicos e Processos Produtivos - ECV 4212. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, SC, 2005.
- RIBEIRO, F.A. (2006) Especificação de Juntas de Movimentação em Revestimentos Cerâmicos de Fachadas de Edifícios: Levantamento do Estado da Arte. 158f. Dissertação (Mestrado) – Escola Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.
- SABBATINI, F.H.; CARDOSO, F.F.; FRANCO, L.S. e BARROS, M.M.S.B Conceito de múltiplas camadas. Aula 11 da disciplina PCC-2436-Tecnologia da Construção de Edifícios II. Graduação. Departamento de Engenharia da Construção Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, set/2003. Disponível em: [http://pcc436.pcc.usp.br/transpaulas/revestceram/aula12 2006-ceramica.pdf](http://pcc436.pcc.usp.br/transpaulas/revestceram/aula12%202006-ceramica.pdf)
- SASSI, S. A Indústria Cerâmica Mundial na Era da Globalização. In: IX World Congress on Ceramic Tile Quality- Qualicer 2006 Castellon - Spain. Qualicer 2006 Papers group p. 7- 14. São Paulo, v. 11, n. 2 mar/abril 2006, p. 7-14, Disponível em: <http://www.ceramicaindustrial.org.br/search.php?f=2&search=v13n3&match=2&date=0&fldauthor=1&fldsubject=1>. Acesso em: 16 jan.2008.

- SICHIERI, E.P.; LIMA, L.C. (1998). Desenvolvimento e Qualidade dos Revestimentos Cerâmicos. In: VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Florianópolis/SC, 1988. Anais. Florianópolis, ENTAC 1998, p. 407- 414.
- SICHIERI, E.P., (2005). Revista Técnica 96.Porcelanato, grés, azulejo. [mar. 2005]. Entrevistador: Valentina Figuerola. São Paulo.
- SILVA, C. O. (2003) Análise crítica dos requisitos e critérios de qualidade da argamassa colante. 222f. Dissertação (Mestrado)–Escola Politécnica da Universidade de São Paulo- Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2003.
- SINDICATO da indústria da construção, do mobiliário e de cerâmicas de Santa Gertrudes- Sincer Disponível: <http://www.aspacer.com.br/historicosincer.html>. Acesso em: 15.jun.2009
- PEDRO, E. G.; MAIA, L. E. F. C.; ROCHA, M. O.; CHAVES, M. V. . Patologia em Revestimento Cerâmico de Fachada. Curso de Pós-Graduação do CECON, Especialização em Engenharia de Avaliações e Perícias. Síntese de Monografia. Belo Horizonte – MG, 2002.
- THOMAZ, E. Desempenho estrutural de edifícios e interface com vedações verticais. In: Seminário Habitação: Desempenho e Inovação Tecnológica. Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). São Paulo 2005.
- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. (2008) Disponível em:<http://www.unicamp.br/bc/>. Acesso 12.ago.2008.
- UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Sistema Integrado de Bibliotecas. (2007). Dedalus. Disponível em: <http://www.usp.br/sibi>>. Acesso 26.set. 2007.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. Biblioteca comunitária. (2008). Disponível em: http://www2.ufscar.br/interface_frames/index.php?link=http://www.bco.ufscar.br. Acesso 12.ago.2008.

VASCONCELOS, M.L.M.C; BRITO, R.H.P. (2006). Conceitos de educação em Paulo Freire. São Paulo: 2a Edição. Editora Vozes.

PERIÓDICOS E REVISTAS

Blanco, M. (2009). O preço da desqualificação. Informativo Sinduscon João Pessoa. Artigo. Disponível em: <http://www.sindusconjp.com.br/informativo/artigo>. Acesso em 30/maio/2009.

Fórum da construção (2008). Rio de Janeiro: IBDA- Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. GNIPPER, S.F. (1997). Patologias freqüentes em sistemas prediais hidráulicos sanitários e de gás combustível decorrentes de falhas no processo. em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo>. acesso em 15 ago.2008.

SITES DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS

[http://www. Antigua.com.br/](http://www.Antigua.com.br/) Acessado 03.04.2008

<http://www.batistella.com.br/> Acessado 26.11.2009

<http://www.buschinelli.com.br/> Acessado 12.04.2008

<http://www.cecrisa.com.br/> Acessado 22/09/ 2008

<http://ceusa.virtualiza.com.br/br/faq.php?i=56/> Acessado 15.03.2009

<http://www.delucca.com.br/> Acessado 07.03.2008

http://ceramicafenix.blogspot.com/2009_06_01_archive.html/ Acessado 02.06.2009

<http://www.eliane.com.br/index.php?id=1/> Acessado 23/04/2008

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

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

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

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

<http://www.Incepa.com.br/> Acessado 16.04.2008

<http://www.portobelloshop.com.br/portugues/lib/home.asp/> Acessado: 11/02/2008

Anexo A-
Artigos Publicados

PEZZATO, Leila Maria; SICHIERI, Eduvaldo Paulo. Patologias no Sistema Revestimento Cerâmico: Análise sobre o atendimento ao consumidor realizado pelo Centro Cerâmico do Brasil. In: 52º Congresso Brasileiro de Cerâmica. Florianópolis-SC, jun/2008.

PEZZATO, Leila Maria; SICHIERI, Eduvaldo Paulo. Patologias no Sistema Revestimento Cerâmico: Análise sobre o atendimento ao consumidor realizado pelo Centro Cerâmico do Brasil. Revista Cerâmica Industrial, São Paulo, v. 13, n. 3, p.17-19, mai/ jun/2008.

PEZZATO, Leila Maria; SICHIERI, Eduvaldo Paulo. Patologias no sistema revestimento cerâmico nos últimos anos e a falta de qualificação profissional do setor. In: 53º Congresso Brasileiro de Cerâmica. Guarujá- SP, jun/2009.

Anexo B-
Questionários para entrevistas

QUESTIONÁRIO PARA ENTREVISTA COM EMPRESAS CONSTRUTORAS- RESPONDIDO PELO ENGENHEIRO DO CASO A CIDADE DE PIRACICABA-SÃO PAULO

(As informações respondidas são de caráter confidencial)

ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURAL

IDENTIFICAÇÃO DO RESPONSÁVEL PELO PREENCHIMENTO

1. Entrevistado: Engenheiro do caso A
2. Função: engenheiro civil, responsável pela recuperação da fachada
3. Data: 31/mar/2009 e ago/2009

DADOS DA EMPRESA

1. Nome da empresa:
2. Há quanto tempo está no mercado? 6 anos
3. Número de funcionários voltados à realização de treinamentos: O treinamento ocorre na própria obra.
4. Subcontratados de serviços: depende do número de obras no momento.

DADOS DO EDIFÍCIO ANALISADO

Localização: área nobre da cidade de Piracicaba - SP

Data da construção: 2002

Fundação, argamassa de rejuntamento e junta de assentamento: não obteve-se esta informação pois não houve acesso ao memorial do projeto, os dados limitaram-se às informações fornecidas pelo engenheiro responsável pela recuperação da fachada do edifício. A construtora responsável pela execução do edifício não atua mais no mercado.

Estrutura de concreto com fechamento em alvenaria

Tipo de bloco de vedação: tijolo baiano

Revestimentos: placa cerâmica 10x10 e 10x15-Grupo BIIa

Argamassa colante tipo ACII

Camada de emboço: espessura de aproximadamente 5 mm.

**Processo de recuperação:
QUESTIONAMENTOS:
ATUAÇÃO DA EMPRESA**

1. A empresa já realizou outros serviços de recuperação de fachadas?

Resposta: Sim.

PROCESSO DE SELEÇÃO PARA ASSENTADOR DE REVESTIMENTO CERÂMICO

2. Como é contratado o serviço de execução? É feito contrato com empresas subempreiteiras ou possui mão-de-obra própria?

Resposta: Depende do caso e do tipo de serviço, mas geralmente usamos mão de obra própria. A própria empresa treina os funcionários.

3. Quando é feita a contratação da mão-de-obra é exigido um certificado de curso de qualificação no ato da contratação? Como a empresa seleciona os trabalhadores?

PROJETO DE ESPECIFICAÇÃO

4. Há um Projeto de Especificação de revestimento cerâmico? Contendo indicação do tipo de revestimento, marca e tamanho da placa cerâmica, largura da junta de assentamento, tipo de argamassa de assentamento e rejuntamento, indicação de junta de dilatação, movimentação e outras, se necessárias? Se não, como são feitos os cálculos do material?

Resposta: Não.

CURSOS DE QUALIFICAÇÃO

5. O que a construtora costuma fazer para melhorar os serviços de mão de obra dos assentadores de cerâmica? A empresa se preocupa em incentivar e oferecer cursos para qualificar os trabalhadores?

Resposta: A prefeitura precisa fiscalizar e exigir mão de obra com formação. Precisa aumentar a oferta de cursos de formação de técnicos. A prefeitura precisa criar cursos de qualificação para todos “falarem a mesma língua.”

6. Se há cursos de qualificação de mão-de-obra, onde é feito? Qual a duração? Se houver, é feita uma análise sobre alguma mudança da qualidade e do rendimento do serviço executado após o curso?
7. De quem seria a responsabilidade de oferecer os cursos de qualificação voltados para os assentadores de cerâmica? Dos fabricantes, subempreiteiros, construtoras, da prefeitura ou do próprio setor de revestimentos cerâmicos?
8. Quais as maiores dificuldades encontradas durante a execução?

Observação: As perguntas sem resposta não foram respondidas pelo entrevistado.

**QUESTIONÁRIO PARA ENTREVISTA COM EMPRESAS DE
RECUPERAÇÃO DE FACHADAS- RESPONDIDO PELO RESPONSÁVEL
DO CASO B**

CIDADE DE PIRACICABA-SÃO PAULO

(As informações respondidas são de caráter confidencial)

ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURAL

IDENTIFICAÇÃO DO RESPONSÁVEL PELO PREENCHIMENTO

1. Entrevistado: Responsável pelo caso B e C

2. Função: encarregado pelo serviço de recuperação da fachada

3. Data: 06/abr/2009

DADOS DA EMPRESA

1. Nome da empresa:

2. Há quanto tempo está no mercado? 2 anos

3. Número de funcionários voltados à realização de treinamentos. Nenhum

4. Subcontratados de serviços. Sim

DADOS DO EDIFÍCIO ANALISADO

Data da construção: 2001

Localização: área central da cidade de Piracicaba-SP

Fundação, tipo de bloco de vedação, argamassa colante, de rejuntamento e junta de assentamento: estes dados não foram obtidos devido às dificuldades de contato e acesso às informações. A construtora responsável pela execução do edifício não cedeu entrevista.

Estrutura de concreto com fechamento em alvenaria

Revestimentos: Composição de pastilha de porcelana 5x5cm telada (tela de 30x30cm)–Grupo Bla e Granilato ou Areia quartzo.

Processo de recuperação:

QUESTIONAMENTOS:

ATUAÇÃO DA EMPRESA

1. Dentre os serviços de recuperação de fachadas, quantos apresentam patologias ligadas ao RCF?

Resposta: Praticamente todos.

PROCESSO DE SELEÇÃO PARA ASSENTADOR DE REVESTIMENTO CERÂMICO

2. Como é contratado o serviço de execução? É feito contrato com empresas subempreiteiras ou possui mão-de-obra própria?

Resposta: Possui mão de obra própria.

3. Quando é feita a contratação da mão-de-obra é exigido um certificado de curso de qualificação no ato da contratação? Como a empresa seleciona os trabalhadores?

Resposta: Não exige qualificação.

PROJETO DE ESPECIFICAÇÃO

4. Há um Projeto de Especificação de revestimento cerâmico? Contendo indicação do tipo de revestimento, marca e tamanho da placa cerâmica, largura da junta de assentamento, tipo de argamassa de assentamento e rejuntamento, indicação de junta de dilatação, movimentação e outras, se necessárias? Se não, como são feitos os cálculos do material?

Resposta: O responsável pela obra que calcula.

CURSOS DE QUALIFICAÇÃO

5. O que a construtora costuma fazer para melhorar os serviços de mão de obra dos assentadores de cerâmica? A empresa se preocupa em incentivar e oferecer cursos para qualificar os trabalhadores?

6. Se há cursos de qualificação de mão-de-obra, onde é feito? Qual a duração? Se houver, é feita uma análise sobre alguma mudança da qualidade e do rendimento do serviço executado após o curso?

7. De quem seria a responsabilidade de oferecer os cursos de qualificação voltados para os assentadores de cerâmica? Dos fabricantes, subempreiteiros, construtoras, da prefeitura ou do próprio setor de revestimentos cerâmicos?

8. Quais as maiores dificuldades encontradas durante a execução?

Observação 1: Os assentadores não possuem qualificação.

Observação 2: As perguntas sem resposta não foram respondidas pelo entrevistado.

Anexo C**Relação de ações de cursos de revestimento cerâmico**

Relação de ações investigadas quanto à oferta de cursos ou palestras para os profissionais que atuam com o sistema revestimento cerâmico:

1. Ação:

Curso: Cursos para azulejistas e ladrilheiros

Instituição/Empresa: parceria do Senai com a Weber Quartzolit

Local: Juazeiro do Norte-Ceará

2. Ação:

Curso: Aperfeiçoamento do Azulejista

Instituição/Empresa: parceria do SENAI com o Centro de Educação Profissional da Construção Civil

Local: Campina Grande, Paraíba

3. Ação:

Curso 1: Aperfeiçoamento de Revestimento Cerâmico

Curso 2: Aperfeiçoamento de Revestimento com Pastilhas: Porcelana e Vidro

Instituição/Empresa: SENAI

Local: São Paulo

4. Ação:

Curso: Cerâmica

Instituição/Empresa: Escola SENAI Mario Amato

Local: São Paulo

5. Ação:

Curso: Técnico em Cerâmica

Instituição/Empresa: Ministério da Educação

6. Ação:

Curso1: Atualização em revestimentos para professores de materiais e técnicas

Curso 2: Patologia dos revestimentos: estudos de casos e recuperação

Curso 3: Revestimento de argamassa e cerâmico: técnicas de execução e controle de produção

Curso 4: Revestimento de argamassa e cerâmico: fundamentos e projeto executivo

Curso 5: Patologia dos revestimentos: fundamentos e prevenção

Curso 6: Revestimentos cerâmicos e porcelânicos para profissionais de arquitetura

Curso 7: Seleção técnica de revestimentos para especificadores

Instituição/Empresa: Inovação e tecnologia na Construção (Inovatec)

7. Ação:

Curso: Curso para azulejistas

Instituição/Empresa: parceria entre a Aspacer, Secretaria de Desenvolvimento Social da Prefeitura de Piracicaba e Acipi (Associação Comercial e Industrial de Piracicaba).

Segundo Carla (2009), esta iniciativa ocorreu no ano de 2008, houve um número muito pequeno de inscritos e grande desistência.

O Centro de Inovação e Tecnologia (CITEC) juntamente com o Centro Cerâmico do Brasil (CCB) passou a oferecer treinamento *in-Company* (em data não informada), que são agendados conforme a necessidade do cliente. O conteúdo deste tipo de treinamento é elaborado em função da necessidade da empresa solicitante.