



Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia de Materiais e Construção
Curso de Especialização em Construção Civil

MONOGRAFIA

**PATOLOGIAS EM REVESTIMENTO CERÂMICO DE
FACHADA**

Autor: Lania Lanna de Almeida

Orientador: Prof. Dr. Antônio Neves de Carvalho Junior

JULHO/2012

HOMENAGEM

Ao meu filho Rodrigo, por sua valiosa e incansável pesquisa sobre assuntos que me interessariam, e seu empenho para o meu retorno a Universidade.

Ao meu marido Gilberto, por suas palavras de apoio e incentivo e ainda ao seu eterno julgamento positivo sobre minha capacidade.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Doutor Antonio Neves Carvalho Junior, orientador e amigo, por incentivar-me a voltar para Universidade e por sua dedicação, apoio e eficiência no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dalmo Lucio Mendes Figueiredo, amigo de vida inteira, pelo incentivo e julgamento da minha capacidade de retornar à Universidade.

A todos os outros professores que participaram da minha vida nos últimos anos, incentivando-me, mostrando-me novos caminhos e conhecimentos, tornando-me assim uma profissional e pessoa melhor.

A Ivonete por ter tido paciência e me auxiliado nos momentos mais críticos que passei no DEMC.

A todos vocês o meu muito obrigada!

| | |
|---|----|
| RESUMO..... | 8 |
| 1 INTRODUÇÃO | 8 |
| 1.1 Objetivo..... | 10 |
| 1.1.1 Objetivo Específico..... | 10 |
| 1.2 Metodologia..... | 10 |
| 1.3 Estrutura do Trabalho | 11 |
| 1.4 Justificativa..... | 12 |
| 2 CONTEXTO DA PESQUISA..... | 14 |
| 2.1 Contexto Nacional..... | 14 |
| 3 EVOLUÇÃO HISTORICA DO REVESTIMENTO CERAMICO | 14 |
| 3.1 Introdução..... | 14 |
| 3.2 Resumo Histórico sobre Placas Cerâmicas..... | 14 |
| 3.3 Aspectos de Fabricação e Decoração..... | 15 |
| 4 REVESTIMENTOS CERAMICOS DE PAREDES, ASPECTOS CONCEITUAIS, TÉCNICOS E NORMATIVOS..... | 16 |
| 4.1 Introdução..... | 16 |
| 4.2 Conceito básico sobre Revestimento Cerâmico..... | 16 |
| 4.3 Características dos revestimentos de parede..... | 17 |
| 4.3.1 Desempenho do Revestimento Cerâmico de Fachada (RCF)..... | 17 |
| 4.3.2 Considerações Ambientais | 18 |
| 4.4 Classificação dos Revestimentos Cerâmicos de Fachada..... | 19 |
| 4.4.1 Classificação das Placas Cerâmicas | 19 |
| 4.4.2 Classificação considerando propriedades físicas e químicas | 19 |
| 5 FUNÇÃO DO REVESTIMENTO CERAMICO..... | 23 |
| 5.1 Definição do Sistema Cerâmico de Fachada (RCF)..... | 23 |
| 5.2 Camadas componentes do subsistema..... | 24 |
| 5.2.1 Introdução..... | 24 |
| 5.2.2 Camada Base | 25 |
| 5.2.3 Camadas Intermediárias..... | 25 |
| 5.2.4 Camada de Fixação..... | 27 |
| 5.3 Juntas | 30 |
| 5.3.1 Introdução..... | 30 |
| 5.3.2 Juntas entre Componentes | 31 |
| 5.3.3 Juntas de Movimentação ou Trabalho..... | 31 |

| | | |
|-------|--|----|
| | São denominadas também como juntas de expansão e contração. Devem ser executadas em todo perímetro do encontro da alvenaria com a viga de concreto, no encontro da base com outros tipos de revestimento, no encontro dos panos de vedação com a estrutura de concreto. (FIORITO —2009)..... | 31 |
| 5.3.4 | Juntas de Dessolidarização..... | 32 |
| 5.3.5 | Juntas Estruturais | 33 |
| 5.3.6 | Materiais utilizados nas Juntas..... | 34 |
| 6 | PROJETO E EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO CERAMICO DE FACHADA (RCF) E PATOLOGIAS | 35 |
| 6.1 | Introdução | 35 |
| 6.2 | Considerações Básicas para Projetos de Revestimento de cerâmica de Fachada (RCF) | 36 |
| 6.3 | Execução dos Revestimentos Cerâmicos de Fachada Projeto | 37 |
| 6.3.1 | Preparo da base..... | 37 |
| 6.4 | Características do emboço - norma ABNT NBR 13.755/96 | 38 |
| | ▪ espessura inferior a 2,5 cm | 38 |
| | ▪ idade mínima de 14 dias (ideal de 30 dias) | 38 |
| | ▪ textura áspera | 38 |
| | ▪ desvio de planeza inferior a 3 mm em relação a régua retilínea de 2 metros..... | 38 |
| 6.4.1 | Assentamento com argamassa colante | 38 |
| | - posicionadas preferencialmente na região de transição viga/alvenaria (juntas horizontais) a cada pavimento e na região de transição pilar/alvenaria (juntas verticais) a cada 6 metros (norma ABNT NBR 13.755/96) | 41 |
| 6.4.2 | Manchas e Incrustações | 44 |
| 6.4.3 | Tratamentos Superficiais..... | 44 |
| 6.5 | Patologias dos Revestimentos Cerâmicos de Fachada (RCF) | 45 |
| 6.5.1 | Perda de Aderência | 45 |
| 6.5.2 | Trincas, Gretamentos e Fissuras. | 45 |
| 6.5.3 | Eflorescência: | 46 |
| 7 | CENARIO DA PESQUISA SOBRE RCF DE EDIFICAÇÕES | 46 |
| 7.1 | Introdução | 46 |
| 7.2 | Cenário da pesquisa | 46 |
| 7.2.1 | Caracterização de Belo Horizonte | 46 |
| 7.2.2 | Ocupação Urbana..... | 47 |
| 7.2.3 | Clima..... | 48 |
| 8 | ESTUDO DE CASOS | 48 |

| | | |
|------|--|----|
| 8.1 | Tipo predominante: Residencial Vertical | 48 |
| 8.2 | SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES..... | 57 |
| 8.3 | Comparativo das Edificações Revestidas de 1960 até 2010 e Exemplos:..... | 57 |
| 9 | AVALIAÇÃO DO USO DO REVESTIMENTO CERAMICO EM FACHADA..... | 68 |
| 9.1 | Introdução..... | 68 |
| 9.2 | Caracterização..... | 69 |
| 9.3 | Especificações..... | 69 |
| 10 | CONCLUSÕES..... | 70 |
| 10.1 | -Aspectos Gerais..... | 70 |
| 10.2 | -Aspectos Técnicos..... | 70 |
| 10.3 | Aspectos Arquitetônicos | 71 |
| 10.4 | Aspectos Culturais..... | 71 |
| 11 | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 72 |

ABREVIATURAS E SIGLAS

CCB – Centro Cerâmico do Brasil

RCF- Revestimento Cerâmico de Fachada

NBR- Norma Brasileira Regulamentadora

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas

USP- Universidade de São Paulo

CTBUH- Council on Tall Buildings and Urban Habitat

AC- Argamassa Colante (tipos I – II – III – E)

SRC- Sistema de Revestimento de Fachada

UFSC- Universidade Federal de Santa Catarina

Abs- Absorção

ISO- International Organization for Standardization

PEI- Porcelain Enamel Institute

MPa- Mega Pascal

UFMG- Universidade Federal de Minas Gerais

EPS- Sigla internacional do Poliestireno Expandido

ABIQUIM- Associação Brasileira da Indústria Química

UFRJ- Universidade Federal do Rio de Janeiro

ITC- Instituto de Tecnologia Cerâmica

RESUMO

Neste trabalho, faz-se uma análise das patologias ocorridas em edifícios residenciais com base na revisão bibliográfica sobre o tema “ Patologia de Revestimentos Cerâmicos em Fachadas “, onde são revistos conceitos, considerações, atribuições dos profissionais de engenharia civil, novas alternativas de execução e atuação do engenheiro buscando a melhoria dos revestimentos cerâmicos em fachada nas edificações .

Inicia-se com a definição básica de Patologia , conceitos e estudos diversos e semelhantes de vários autores atuantes na área de projetos de fachada e materiais de construção. Continua com um histórico dos estudos feitos através de pesquisas, dissertações e teses, tendo como proposta o conceito de diagnóstico tentando mostrar ser, o projeto e a execução do serviço no canteiro de obras, as condições fundamentais da moderna Engenharia de Edificações. Posteriormente desenvolve-se a revisão bibliográfica da Engenharia de Materiais, atribuição do profissional, na escolha do material, execução do projeto, aplicabilidade e execução do revestimento, procedimentos que levarão a termo a intenção e utilidade do referido revestimento.

1 INTRODUÇÃO

Apesar do avanço tecnológico no campo das técnicas e dos materiais de construção, tem-se observado um grande número de edificações relativamente jovens apresentando patologias de toda sorte. O uso inadequado de materiais, aliado à falta de cuidados na execução e mesmo adaptações quando do seu uso, tudo isto somado à falta de manutenção, tem criado despesas extras aos condomínios de edifícios que até com menos de cinco anos de idade têm que consumir recursos financeiros em reparações que poderiam inteiramente ser evitadas.

Conceito básico: Patologia de Revestimento de Fachada

Segundo os dicionários Michaelis, Aurélio e Houais **Patologia** significa.

Patologia vem do grego *páthos*, doença, e *lógos*, estudo, tratado. Etimologicamente, portanto, significa estudo das doenças. Define-se patologia como o ramo da medicina que descreve as alterações anatômicas e funcionais causadas pelas doenças no organismo

Patologia das edificações

O termo inicialmente aplicado à medicina passou a ser utilizado pela engenharia. Patologia das edificações significa o estudo das "doenças" (anomalias ou problemas) do edifício e as alterações anatômicas e funcionais causadas no mesmo.

Profilaxia das edificações

O termo inicialmente aplicado à medicina passou a ser utilizado pela engenharia. Profilaxia das edificações significa a aplicação de meios tendentes a evitar as "doenças" (anomalias ou problemas) do edifício bem como suas propagações

Sustentabilidade

Existem muitas definições para sustentabilidade, mas a maioria das pessoas concorda que sustentabilidade é o resultado de produzir bens com um menor impacto ambiental ajudando assim a preservar os recursos naturais para as gerações futuras.

Sustentabilidade implica em obter um mesmo desempenho com um menor consumo de materiais, o que também implica em menor poluição, transporte e o consumo de recursos naturais.

Vida útil

Período de tempo no qual o produto (estrutura, revestimento, etc.) mantém certas características mínimas de segurança, estética, estabilidade e funcionalidade, sem necessidade de intervenção não prevista.

1.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho é a realização de um levantamento das manifestações patológicas que ocorrem nos revestimentos cerâmicos das fachadas de edificações no Brasil e no mundo, para que profissionais da área da construção civil tenham ciência dos problemas que manifestam sob a mesma forma em cidades de diferentes continentes, conseqüentemente, com diferenças geológicas e climáticas; possibilitando preventivamente a melhoria dos projetos, execução de obra, manutenção pós-obra, reabilitação e revitalização de edificações antigas ou não, visando o aumento da qualidade e grau de satisfação do consumidor final.

1.1.1 Objetivos Específicos

1. Fornecer dados para conhecer as patologias das fachadas, materiais e elementos afetados, para que haja diagnósticos comuns, com indicação dos principais fatores construtivos e também ambientais.
2. Conhecer as mais freqüentes manifestações patológicas dos revestimentos cerâmicos em fachadas.
3. Analisar a situação patológica das fachadas, comparando-se as que usam materiais orgânicos ou inorgânicos para preparação da base e da colagem do elemento cerâmico.
4. Importância e função das juntas de dilatação e seu posicionamento nos panos de fachada, além da análise do elemento “ ponto de infiltração “.
5. Importância e tipo do rejuntamento dos elementos cerâmicos.

1.2 Metodologia

Para atingir o objetivo as seguintes atividades são desenvolvidas:

- Realizar revisão bibliográfica referente as fachadas e sua execução, quando deve ser feito o estudo da sua execução, levar em consideração as características dos materiais escolhidos, da placa cerâmica, da argamassa colante, do rejuntamento de preenchimento das juntas de movimentação e dessolidarização. Enfim, pesquisar novas idéias, novos trabalhos, podendo desta forma discutir as formas existentes e propor novas formas de execução se assim o conseguirmos;
- Pesquisar, escolher e descrever as melhores técnicas de execução de fachadas, execução de projetos específicos, assentamento do revestimento passando pelas argamassas colantes, sistema de juntas e dimensionamento das mesmas;
- Apresentar estudo de caso e ainda exemplos de patologias que poderiam ser evitadas se fossem seguidas as normas existentes;

1.3 Estrutura do Trabalho

A NBR-13.755/96 define este sistema de revestimento da forma que se segue “Conjunto de camadas superpostas e intimamente ligadas, constituído pela estrutura suporte, alvenarias, camadas sucessivas de argamassas e revestimento final, cuja função é proteger a edificação da ação da chuva, umidade, agentes atmosféricos, desgaste mecânico oriundo da ação conjunta do vento e partículas solidas, bem como dar acabamento estético.”

A norma, então, considera a estrutura e alvenaria como parte integrante do sistema, mas não cita a importância dos detalhes construtivos necessários, bem como a literatura consultada sobre o mesmo assunto.

Assim, julga-se necessária a definição de “detalhes construtivos”, necessários, devido as funções que eles cumprem e por serem muitas vezes necessários no sistema revestimento de fachadas, já que são formados por diferentes materiais , com comportamentos diferenciados na presença das várias ações às quais são submetidos ao longo de sua vida.

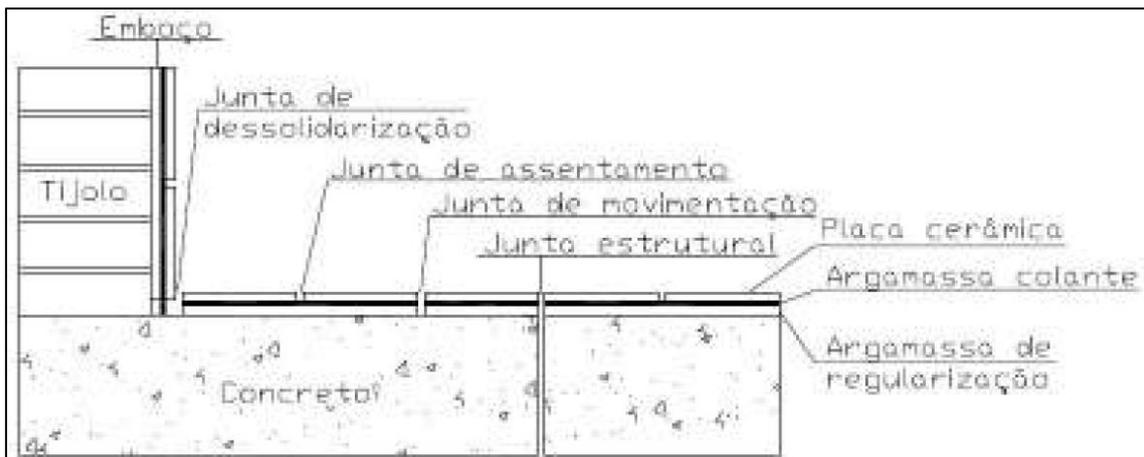


FIG. 1 – Elementos componentes do sistema revestimento (PINHO COSTA 2012)

1.4 Justificativa

Na busca de tecnologias e soluções que diminuam a incidência de patologias em fachadas com revestimentos cerâmico, encontrou-se uma possível solução como o aumento da capacidade de absorção das deformações dos revestimentos cerâmicos, com a execução de detalhes construtivos, como por exemplo, juntas de movimentação. No entanto ao se utilizar tal detalhe, observou-se que ele acarretaria uma nova discussão e estudos, para que esta nova tecnologia particular não se constituísse uma nova fonte de problema (pontos de infiltração)

Segundo (SABBATINI 2003), os revestimentos devem ter as seguintes funções:

- Proteção da edificação: a função do revestimento de fachada de proteger os elementos de vedação e da estrutura contra a deterioração está associada a durabilidade dos elementos estruturais e das vedações, evitando assim a ação de agentes agressivos sobre este.
- Auxiliar as funções de vedação: ou seja, ajudar as vedações nas funções de estanqueidade ao ar e a água, proteção térmica e acústica e funções de segurança contra ação do fogo, intrusões e estrutural da própria vedação.

- Proporcionar o acabamento final: definindo as características estéticas da vedação da edificação, o padrão e o valor econômico da mesma.

Define-se então, que os revestimentos cerâmicos em fachada possuem uma maior durabilidade devido à resistência contra a ação de agentes agressivos ambientais.

Mas, o seu desempenho só é obtido satisfatoriamente, quando o sistema formado pelo conjunto de camadas que compõem o revestimento , cumprem o seu desempenho e função. Deve-se entender também que a manutenção preventiva é necessária em períodos de 2 a 5 anos, evitando-se assim a permanente ação dos agentes agressivos, que fatalmente irão deteriorar a superfície revestida ou tratada.

Conforme define (REBELO 2010) e (PADILHA JR. 2007) os revestimentos cerâmicos cumprem um papel importante no desempenho global das edificações, não só no que diz respeito à estética proporcionada, como também pelo aspecto de durabilidade, valorização do imóvel e eficiência destes.

A grande vantagem da utilização do revestimento cerâmico reside principalmente nas seguintes características:

- durabilidade do material;
- facilidade de limpeza;
- higiene;
- qualidade do acabamento final;
- proteção dos elementos de vedação;
- isolamento térmico e acústico;
- estanqueidade a água e aos gases;
- segurança ao fogo;
- aspecto estético e visual agradável.

2 CONTEXTO DA PESQUISA

2.1 Contexto Nacional

A qualidade e a durabilidade de uma superfície com revestimento cerâmico esta fundamentada diretamente em conceitos relacionados aos seguintes aspectos:

- planejamento e escolha correta do revestimento cerâmico;
- qualidade do material de assentamento;
- qualidade da construção e do assentamento
- manutenção.

3 EVOLUÇÃO HISTORICA DO REVESTIMENTO CERAMICO

3.1 Introdução

Cerâmica

Etimologicamente vem do grego **Keramikós** sendo **Keramikê** mais **Tékhne** que significa a arte de fabricar em argila, a arte do oleiro, sofreu influencia do francês em 1806 aparecendo então **cêramique**, antipositivo de **ceram i/o** que vem do grego **Kéramos**, já com influencia do latim significando terra do oleiro ou argila. No século XIX vem a influencia do português para descrever cultismos e artefatos.(HAUISS- Editora Objetiva- 1ªEdição-2001)

3.2 Resumo Histórico sobre Placas Cerâmicas

Cerâmica é um material de grande resistência e seu uso é milenar e bastante importante na historia econômica e cultural da humanidade.

A partir de um processo de produção, a argila como produto natural, é moldada e submetida a altas temperaturas, ganhando rigidez e resistência, mediante a

fusão de certos componentes da massa. Essa propriedade de fusão e liga, permite que a argila seja utilizada nas representações artísticas, nas construções como elementos de vedação (adobes, tijolos), vasilhames e utensílios domésticos e até como papel para a escrita.

Segundo estudiosos, a cerâmica é considerada a mais antiga das indústrias. Nasceu no momento em que o homem começou a utilizar-se o barro endurecido pelo fogo. A partir desse processo de endurecimento, obtido casualmente, a cerâmica multiplicou-se e foi evoluindo até os dias de hoje. As primeiras cerâmicas de que se tem notícia são da Pré-História, usadas como vasos de barro sem asa e sem ornamentos, com cor de argila natural. A cerâmica para a construção e a cerâmica artística com características industriais só ocorreram na antiguidade em grandes centros comerciais nos séculos XVIII e XIX, sendo usada como revestimentos internos, detalhes de decoração e em fachadas de sobrados.

Hoje, com o desenvolvimento industrial, os revestimentos cerâmicos para paredes e pisos deixaram de ser privilégio dos recintos e monumentos como as edificações de templos religiosos e dos palácios, tornando-se acessíveis a todas as classes sociais. Deixaram de figurar apenas em obras monumentais da antiguidade e passaram também para as fachadas de residências e grandes edificações. (Costa Franco A.L. - 2009)

3.3 Aspectos de Fabricação e Decoração

Conforme a (Revista Showroom 2001), edição especial, na fabricação das placas cerâmicas, são utilizadas matérias primas plásticas, como argilas, caulim e filito; e não plásticas, como quartzo, calcita, dolomita, talco e feldspatoides. De forma genérica, todos esses minerais são chamados de argilas durante o processo de fabricação.

Nas indústrias, as argilas são tratadas para conseguir uma boa homogeneidade, além de uma granulometria adequada. Ambas são obtidas na moagem, que pode ser feita de dois modos: por via seca ou por via úmida. Na via seca, o material é misturado e moído com sua umidade natural, isto é, da forma e consistência que foi extraído.

Depois, segue para o granulador, a fim de obter um grão com forma adequada. Na via úmida, os diversos materiais são dissolvidos em água. A mistura (ou barbotina) segue para o atomizador que, pela injeção de gases em altas temperaturas, extrai quase toda a água do material, que já se agrega em grãos com as características desejadas.

Depois, vem o processo de conformação da placa, decoração e esmaltação. Ao saírem do forno, as placas são inspecionadas quanto a defeitos de fabricação. Depois, são embaladas, ficando prontas para o consumo.

(TAVEIRA ROSCOE M.-2008)

4 REVESTIMENTOS CERAMICOS DE PAREDES, ASPECTOS CONCEITUAIS, TÉCNICOS E NORMATIVOS.

4.1 Introdução

Os revestimentos em geral são constituídos de várias camadas de materiais diferentes ligadas entre si. Como estão intimamente ligadas, qualquer deformação de uma delas, resultará no aparecimento de tensões em todo o conjunto. Essas tensões dependem de vários fatores, como espessura dos elementos, módulo de elasticidades, características físicas e químicas de cada camada.

As deformações podem ser endógenas, que são as referentes a cada camada, por exemplo, dilatação do concreto, dilatação das argamassas de base e assentamento, dilatação do elemento cerâmico por absorção de água. E podem também ser exógenas causadas por esforços externos, ambiente agressivo, impacto de vento, chuvas ácidas, trabalho da estrutura como um todo, sendo este último muito comum devido a verticalização das edificações e esbeltez de suas vigas e pilares.

4.2 Conceito básico sobre Revestimento Cerâmico

O processo de conceber e detalhar fachadas normalmente não recebe a atenção devida, tanto por parte dos empreendedores e construtores, como por parte dos projetistas. Muitas vezes, os projetos de arquitetura, estrutura, alvenaria e esquadrias são desenvolvidos sem que se saiba, qual vai ser o

produto final da fachada. É comum também definir-se apenas o material de revestimento (placa cerâmica) dentro das alternativas disponíveis no mercado e de acordo com a verba disponível.

Raramente a escolha é baseada em critérios técnicos confiáveis, sendo mais comum considerar somente aspectos estéticos e econômicos. A prática usual tem sido selecionar o material de revestimento de fachada apenas considerando a beleza, a qualidade do material da camada mais externa e algumas de suas características, facilidade de composição arquitetônica, custo e disponibilidade de aquisição no mercado (SABBATINI E MEDEIROS – BOLETIM TÉCNICO USP – 1999). CTBUH (1995) afirma que *“a falta de consideração de qualquer elemento, mesmo que aparentemente insignificante, no que diz respeito à qualidade, ao projeto e à construção da fachada, pode afetar seriamente a imagem do edifício e, muitas vezes, tornar-se de difícil correção”*.

4.3 Características dos revestimentos de parede

4.3.1 Desempenho do Revestimento Cerâmico de Fachada (RCF)

Para que o revestimento cerâmico de fachadas de edifícios seja seguro, é essencial ter um projeto de assentamento desenvolvido por consultores especializados. Nele serão considerados as condições climáticas, o tipo de cerâmica mais apropriada e as interfaces com vigas, caixilhos, varandas e outros revestimentos, de acordo com o trabalho de cada material.

Também serão detalhadas as juntas estruturais (de movimentação), que são obrigatórias e devem ficar aparentes. “Elas são feitas com material polimérico, que absorve as tensões, como EPS e mastique de Poliuretano. O silicone não é recomendado para fachadas”, explica a engenheira de materiais (DIAS L.L-2012) consultora do CCB.

As medidas das placas interferem no sistema de fixação. Cerâmicas ou porcelanatos com dimensões superiores a 20 x 20 centímetros só podem ser usados em fachadas se instalados com “inserts” metálicos, como os usados com painéis de granito. Segundo (PASCHOAL), a única argamassa apropriada

para uso empregada em fachadas é a do tipo ACIII (argamassa colante do tipo III), combinada com cerâmicas menores que 20 x 20 centímetros e com tardez (verso) em forma cônica ou rabo de andorinha. O porcelanato deve ser assentado com as argamassas próprias para esse revestimento, ele ressalta. A base de assentamento deve ter traço forte, com cura mínima de 21 dias, e apresentar aspecto acamurçado. “Superfícies pintadas não proporcionam a aderência necessária”, alerta o presidente do CCB. Outro cuidado diz respeito à mão de obra, que deve ser qualificada e estar sob constante supervisão técnica. (ARTIGO ARCO WEB -2004)

4.3.2 Considerações Ambientais

As variações climáticas interferem diretamente no SRC, já que o revestimento é assentado sobre um conjunto de camadas executadas com diferentes materiais. O excesso de água de chuva poderá penetrar através do rejuntamento e por dimensões erradas desse elemento, não conseguir evaporar pelo mesmo caminho, desta forma teremos uma umidade retida que causará danos ao revestimento cerâmico, tais como, destacamentos, eflorescência, manchas, mofos, além de pontos de infiltração no interior da edificação. Por outro lado devemos considerar também as retrações dos elementos como concreto, chapisco, emboço, alvenaria de vedação. Todos estão suscetíveis as variações climáticas (quente/frio) ocasionadas pelo dia e noite. Estas variações causarão tensões de expansão ou retração dos materiais, levando ao término de determinado período danos ao revestimento tais como fissuras, gretamentos, deslocamentos, que no tempo das chuvas serão agravados, pois permitirão a passagem de água e teremos as mesmas patologias ocasionadas pela umidade. Em vista do exposto é de importância fundamental o projeto de fachada, como agente determinante das características e qualidade do revestimento, da execução das juntas que minimizarão os efeitos das tensões, dos selantes adequados e das manutenções.

4.4 Classificação dos Revestimentos Cerâmicos de Fachada

4.4.1 Classificação das Placas Cerâmicas

A classificação das cerâmicas, conforme NORMA ABNT NBR- 13.818 se dá por processo de fabricação, mercado, absorção de água, módulo de ruptura. Seus tipos são bi-queima, monoqueima porosa e monoqueima grés. (CARVALHO JR.- REVESTIMENTOS CERAMICOS E ROCHAS ORNAMENTAIS)

4.4.2 Classificação considerando propriedades físicas e químicas

A absorção de água está relacionada a porosidade da peças, podemos citar outras como resistência ao impacto, resistência mecânica, resistência ao gelo e resistência química. Podendo variar de 0,00 para porcelanatos até 20% para azulejos.(FREDERICO MORAES – CERAMICA – 1998- <http://www.arq.ufsc.br>)

1. Grupos de absorção de água

Tabela 1 – Classes de absorção água/módulo ruptura(Carvalho Jr. A.N - 1999)

| Classes de absorção d'água/Módulo de ruptura (Norma ISO 10.545) | | | | |
|--|-----------------|----------------|-----------------------------|---|
| Classes | Absorção d'água | Denominação | Uso recomendado | Módulo de ruptura (kg/cm ²) |
| Ia | 0 a 0,5 | Porcelana | Piso e parede | 350 a 500 |
| Ib | 0,5 a 3 | Gres | Piso e parede | 300 a 400 |
| IIa | 3 a 6 | Baixa absorção | Piso e parede | 220 a 350 |
| IIb | 6 a 10 | Semiporoso | Piso e parede (recomendado) | 180 a 300 |
| III | 10 a 20 | Poroso | Parede (admitido piso) | 150 a 200 |

Codificação dos grupos de absorção de água em função do método de fabricação MORAES. F.-1998- <http://www.arq.ufsc.br>)

Tabela 2 – Absorção de água(MORAES. F.-1998-)

| Absorção de água (%) | Métodos de Fabricação | | |
|----------------------|-----------------------|--------------|------------|
| | Extrudado (A) | Prensado (B) | Outros (C) |
| Abs < 0,5 | AI | Bla | CI |
| 0,5 < Abs < 3,0 | | BIIb | |
| 3,0 < Abs < 6,0 | AIIa | BIIa | CIIa |
| 6,0 < Abs < 10,0 | AIIb | BIIb | CIIb |
| Abs > 10 | AIII | BIII | CIII |

RELAÇÃO ENTRE ABSORÇÃO E RESISTÊNCIA À RUPTURA

Tabela 3 - Relação – Absorção - Ruptura

| Nomenclatura usual | Grupo ISO | Absorção de água | Carga de ruptura (Kgf) | Módulo de resistência a flexão (N/mm ²) |
|--------------------|-----------|------------------|-------------------------|---|
| Porcelanato | Bla | 0 a 0,5% | > 130 | > 35 |
| Grés | BIIb | 0,5 a 3% | > 110 | > 30 |
| Semi-Grés | BIIa | 3 a 6% | > 100 | > 22 |
| Semi-Poroso | BIIb | 6 a 10% | > 80 | > 18 |
| Poroso | BIII | 10 a 20% | > 60 | > 15 |
| Azulejo | BIII | 10 a 20% | > 40 | > 15 |
| Azulejo Fino | BIII | 10 a 20% | > 20 | > 15 |

1. A resistência à ruptura pode ser medida de duas maneiras: pelo módulo de resistência à flexão (N/mm² ou Kgf/cm²), que é a resistência própria do material; ou pela carga de ruptura (N ou Kgf), a qual depende do material (quanto menor a porosidade, maior a resistência à compressão) e da espessura da peça. (MORAES F.-1998-<http://www.arq.ufsc.br>)

2. Resistência mecânica ao impacto

2. Preocupa-se mais com lugares onde há cargas pesadas, que poderão sofrer grandes impactos. (MORAES F.-1998-<http://www.arq.ufsc.br>)

3. Resistência a abrasão

3. Refere-se aos locais de grande fluxo de pessoas e contatos com objetos. A resistência à abrasão, associada principalmente à carga de ruptura e a outras características do esmalte. Classifica-se em abrasão superficial, para produtos esmaltados; e em abrasão profunda, para produtos não esmaltados. (MORAES F.-1998-<http://www.arq.ufsc.br>)

RESISTÊNCIA À ABRASÃO SUPERFICIAL

Tabela 4- Resistencia a abrasão superficial

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

O grupo 5 é o único que não permite a formação de trilhas de circulação.

RESISTÊNCIA À ABRASÃO PROFUNDA

Tabela 5- Resistência a abrasão profunda

| Classe | Resistência à abrasão profunda |
|--------|------------------------------------|
| Bla | Menor ou igual a 175 (altíssima) |
| Bib | Menor ou igual a 275 (alta) |
| BIIa | Menor ou igual a 345 (média) |
| BIIb | Menor ou igual a 540 (baixa) |
| BIII | (baixíssima) |

4. DILATAÇÃO TÉRMICA E EXPANSÃO POR UMIDADE

A dilatação térmica ocorre em lugares muito expostos ao calor, como é o caso de lareiras e churrasqueiras. Já a expansão por umidade ocorre mais em áreas como banheiros e piscinas. O coeficiente de expansão térmica linear para revestimentos cerâmicos está entre 4×10^{-6} e $10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ e a expansão por umidade tem valor máximo aceitável de 0.6mm/m. (MORAES F 1998- [HTTP://www.arq.ufsc.br](http://www.arq.ufsc.br))

5. GRETAMENTO

Ocorre quando há uma expansão por umidade e o esmalte não acompanha, formando assim rachaduras. O gretamento não é permitido. (MORAES. F 1998- <http://www.arq.ufsc.br>)

6. RESISTÊNCIA A MANCHAS

A resistência à manchas aponta a facilidade de limpeza da superfície da placa. Quanto mais lisa for a superfície da peça, mais fácil é a limpeza. (MORAES F 1998- <http://www.arq.ufsc.br>)

Tabela 6 - Resistência as 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 |

7. RESISTÊNCIA AO ATAQUE QUÍMICO

A resistência ao ataque químico é dividida em duas classes: a residencial, que é a resistência a produtos domésticos, obrigatória a toda placa; e a industrial, que é a resistência à ácidos fortes, concentrados e quentes. (MORAES F- 1998- <http://www.arq.ufsc.br>)

NÍVEIS DE RESISTÊNCIA QUÍMICA

Tabela 7 – Níveis de Resistência Química

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

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

5 FUNÇÃO DO REVESTIMENTO CERAMICO

Deformando-se mais ou menos em função de suas propriedades e das condições de restrição as seus movimentos. Podemos então descrever o sistema de uma maneira resumida conforme a seguir:

5.1 Camadas Importantes do Subsistema

BASE: O substrato do sistema do revestimento cerâmico de fachada é constituído pela estrutura de concreto e alvenaria de vedação, que podem ser de blocos cerâmicos, blocos de concreto, blocos de concreto celular autoclavado ou de blocos sílico-calcareos, sendo mais comum o emprego dos dois primeiros.

CHAPISCO/ PONTO DE ADERENCIA: A aplicação do chapisco objetiva melhorar a capacidade aderente da base à primeira camada do revestimento, vinculada a duas situações: baixa capacidade de aderência da base, seja por apresentar superfície muito lisa, porosidade inadequada, como concreto por exemplo e/ou capacidade de sucção incompatíveis com uma boa colagem.

EMBOÇO: O emboço é a camada de revestimento que recebe a camada de revestimento cerâmico, desempenhando assim papel importante no conjunto das camadas.

CAMADA DE FIXAÇÃO: É a camada (argamassa colante) responsável por unir e manter a fixação das placas cerâmicas ao emboço, devendo resistir as tensões de tração e cisalhamento que ocorrem nas interfaces emboço/ argamassa colante e argamassa colante/ cerâmica

CAMADA DE ACABAMENTO: É a camada final, constituída de placas cerâmicas, juntas entre as placas e rejunte. Sendo esta camada que estará exposta a ação das intempéries é a que mais sofre com as variações térmicas e de umidade. Entenda-se como umidade, não só a chuva, mas as características locais de “tempo úmido e seco”. Desta forma, tanto as placas cerâmicas como o rejunte devem ter características e propriedades que permitam a esta camada de acabamento, cumprir suas funções e resistir às variações de dimensões ocasionadas por expansão e retração a que estará sujeita.

5.2 Camadas componentes do subsistema

5.2.1 Introdução



FIG.2- SISTEMA REVESTIMENTO FACHADA-(fonte CCB- www.ccb.org.br)

5.2.2 Camada Base

O substrato do sistema do revestimento cerâmico de fachada é constituído pela estrutura de concreto e alvenaria de vedação, como já descrito antes, que podem ser de blocos cerâmicos, blocos de concreto, blocos de concreto celular autoclavado ou de blocos sílico-calcareos, sendo mais comum o emprego dos dois primeiros.

Mesmo não sendo parte integrante do sistema de revestimento, a Base interfere diretamente neste, devido suas características de movimentação e deformação.

Desta forma, o potencial de movimentação da Base e as possibilidades de fissura deste elemento devem ser consideradas no projeto de revestimento.

Os movimentos diferenciais entre a Base e as camadas do sistema de revestimento, objetivamente falando, promovem o surgimento das tensões de tração e cisalhamento (COLLANTES CANDIA/1998).

Para minimizar os efeitos citados, deve-se ter uma perfeita aderência na interface entre a Base e a camada de emboço. É de suma importância o preparo da Base, e entre os procedimentos, inclui a aplicação de camada de chapisco ou argamassa cimentícia com polímeros que permitam a sua movimentação e funcionem como ponto de aderência, sendo este procedimento de vital importância. (Definições, considerações e terminologia baseada na NBR13529/95, NBR13755/96).

5.2.3 Camadas Intermediárias

Chapisco: objetiva melhorar a capacidade aderente da base à primeira camada do revestimento, vinculada a duas situações: baixa capacidade de aderência da base, seja por apresentar superfície muito lisa, porosidade inadequada, como concreto, por exemplo, e/ou capacidade de sucção incompatíveis com uma boa colagem. E para revestimentos externos em que as ações mecânicas são mais intensas devido a condições de exposição mais severas, as quais exigem condições de aderência maior (CARVALHO JR A.N).

Deve-se antes de iniciar o chapisco, umedecer a superfície do pano da alvenaria deixando-a levemente úmida, a fim de favorecer um ponto de aderência o que acarretará uma boa relação com a argamassa de chapisco.

Após esse procedimento chapa-se a argamassa no traço 1:3 de cimento e areia lavada grossa com colher de pedreiro com energia suficiente ou mecanicamente com uso de compressor (Canequinha) em todo o pano ainda úmido, formando uma fina camada dessa argamassa de 5 mm em média (FIORITO, 2009).

Emboço: é a camada de revestimento que recebe a camada de revestimento cerâmico, desempenhando assim papel importante no conjunto das camadas. Ele tem que cumprir as funções de vedação, contribuir para a estanqueidade do conjunto e deve apresentar especificamente as funções de regularização, distribuição e absorção das tensões diferenciais, provenientes das movimentações entre a camada de revestimento cerâmico e a Base. Assim a camada de emboço (usualmente produzida com argamassa orgânica) deve se manter aderida as adjacentes e deve também minimizar o efeito dos movimentos diferenciais entre as camadas. Para isto, a NBR 13.749/96, recomenda que a camada de emboço em revestimentos externos deve ter a espessura de 20 a 30 mm.

O emboço deve cumprir as funções no conjunto do revestimento cerâmico de absorver as deformações da base, mantendo-se íntegro e apresentar resistência mecânica, principalmente superficial, para resistir as tensões impostas pela camada de acabamento (cerâmica e rejunte).

A não resistência das tensões na interface emboço/ argamassa colante possivelmente provocará o deslocamento do revestimento cerâmico.

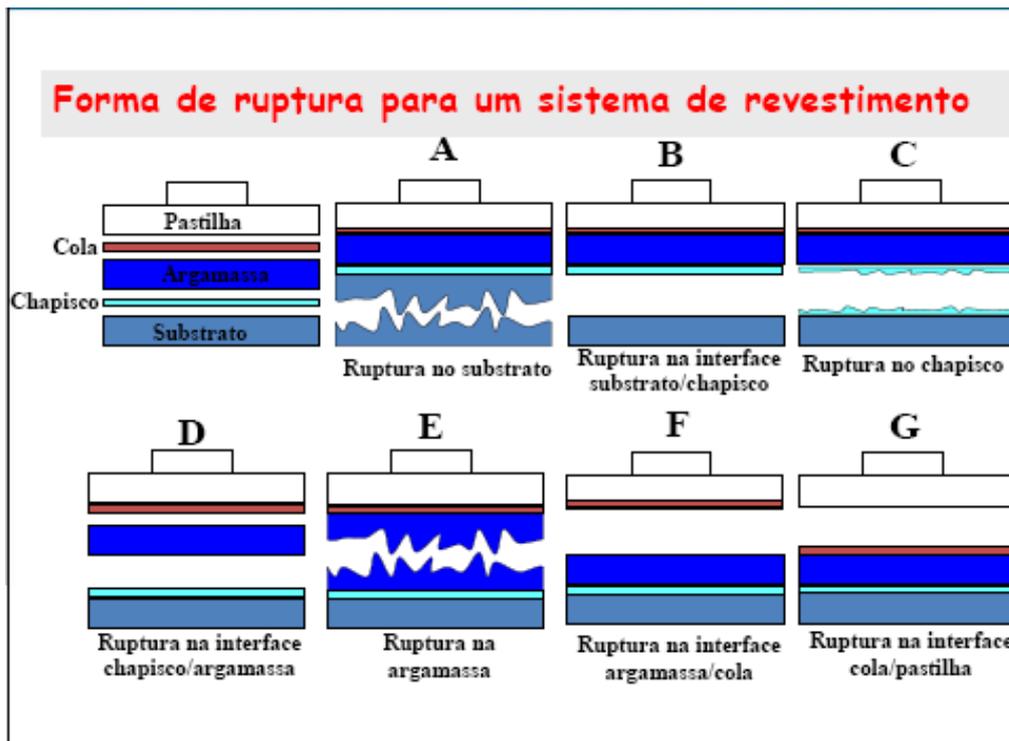


FIG.3– Rupturas do SRC- segundo (MENDES DA SILVA J.A. R; PROFº. DR. 2007)

5.2.4 Camada de Fixação

5.2.4.1 Argamassa Tradicional:

As argamassas são definidas como sendo a mistura de aglomerantes e agregados com água, possuindo capacidade de endurecimento e aderência. As argamassas utilizadas em obras comumente compostas de areia lavada natural, e os aglomerantes são em geral cimento Portland e cal hidratada. (MANUAL DE ARGAMASSAS E REVESTIMENTOS – FIORITO)

Os procedimentos de execução são os mesmos utilizados para as argamassas colantes, no entanto o substrato deverá estar úmido, para a perfeita aderência da argamassa de assentamento da peça. A argamassa é espalhada no tardo (verso) da peça em quantidade suficiente para que ao se assentar a peça no local, apertando-a e dando “batidinhas” com marreta de borracha, o excesso de argamassa seja expelido, evitando assim falhas ou bolhas de ar retido, o que fatalmente acarretaria descolamento do elemento cerâmico.

Para execução da argamassa tradicional devem ser considerados segundo (MACIEL, BARROS E SABBATINI – 1998), os materiais usados na composição da argamassa e sua dosagem.

Cimento

- - Tipo de cimento (características) e classe de resistência
- - Disponibilidade e custo
- - Comportamento da argamassa produzida com o cimento

Cal

- - Tipo de cal
- - Forma de produção
- - Massa unitária
- - Disponibilidade e custo
- - Comportamento da argamassa produzida com a cal

Areia

- - Composição mineralógica e granulométrica
- - Dimensões do agregado
- - Forma e rugosidade superficial dos grãos
- - Massa unitária
- - Inchamento
- - Comportamento da argamassa produzida com areia
- – Manutenção das características da areia

Água

- Características dos componentes da água, quando essa não for potável.

Aditivos

- - Uso de aditivos acrescentados à argamassa no momento da mistura ou da argamassa aditivada
- - Tipo de aditivos (características)
- - Finalidade
- - Disponibilidade e custo
- - Comportamento da argamassa produzida com o aditivo

Adições

- - Tipo de aplicação (características)
- - Finalidade
- - Comportamento da argamassa produzida com a adição
- - Disponibilidade, manutenção das características e custo

Outros

- - Além das características dos materiais, existem outros fatores que devem ser considerados na definição, tais como:
 - As condições de exposição do revestimento;
 - As características da base de aplicação;
 - As propriedades requeridas para a argamassa e para o revestimento;
 - As condições de produção e controle da argamassa;
 - O custo.

5.2.4.2 Argamassa Adesiva

É a camada (argamassa colante) responsável por unir e manter a fixação das placas cerâmicas ao emboço, devendo resistir às tensões de tração e cisalhamento que ocorrem nas interfaces emboço/ argamassa colante e argamassa colante/ cerâmica. Por ser a camada de fixação que faz a interface com o substrato e o acabamento, ela tem um papel determinante no desempenho do SRC (sistema de revestimento cerâmico).

A aderência de ambas as interfaces impõe que a camada de fixação apresente resistência satisfatória às solicitações e aos esforços a que todo o conjunto estará submetido.

Podemos considerar então que esta camada é o ponto crítico do revestimento cerâmico, pois , quando as tensões superam a sua resistência de aderência, acontecerá o descolamento das placas cerâmicas ou o deslocamento da superfície do emboço. Logo, temos que, a resistência de aderência e capacidade de absorver deformações são as propriedades da argamassa colante responsáveis por conferir desempenho mecânico, às tensões de tração

geradas nas camadas, por variações térmicas e higroscópicas do ambiente e pela pressão do vento em revestimentos de fachada.

Em virtude disto na NBR 13755/96, os documentos normativos para produção de revestimentos cerâmicos, devem obedecer as técnicas de execução com o material argamassa colante além de recomendar o valor mínimo de resistência de aderência de 0,3 MPa. Devendo esta avaliação ser feita “in loco”, após 28 dias de assentamento das placas em no mínimo 6(seis) exemplares de corpo de prova.

5.2.4.3 Adesivos Orgânicos ou Colas

Diferenciam dos anteriores por não possuírem em sua composição o cimento. São compostos de resinas orgânicas em dispersão aquosa (13-20%), cargas minerais (areias silicosas ou calcáreas 60-70%) e agentes diversos (5-10%). Entre eles temos os reológicos (fibras e tixotrópicos), coalescentes (regulam o endurecimento da resina) e fungicidas para conservação (ITC – 1993), normalmente fornecidos em pastas prontas para utilização. Segundo (SABBATINI; BARROS-1990 e MEDEIROS-1999) estes adesivos são denominados em função da sua resina base.

5.3 Juntas

5.3.1 Introdução

Antes de iniciar a execução dos revestimentos, uma das coisas fundamentais e obrigatória é o estudo e planejamento das juntas. O projeto das juntas deverá levar em conta o tipo de estrutura, revestimentos, para que se possa dimensionar as juntas, bem como os posicionamentos, dimensões e materiais que irão preenchê-las. Elas são de grande importância, pois serão elas que absorverão as tensões que atuam sobre o SRC, sendo então um elemento indispensável e determinante para a estabilidade dos revestimentos.

As juntas se classificam em:

- A. Juntas de assentamento
- B. Juntas estruturais
- C. Juntas de expansão/contração
- D. Juntas de movimentação

E. Juntas de dessolidarização

F. Juntas especiais

5.3.2 Juntas entre Componentes

As juntas entre componentes, ou juntas entre as placas de revestimento são necessárias tendo em vista os seguintes fatores: Desbitolamento das peças, alinhamento das peças, tensões entre as placas, higiene, função estética, facilitar a retirada de peças. As normas atuais especificam para placas cerâmicas prensadas variações máximas para as distorções de cada peça em função da área em cm² de cada placa. Existem, portanto percentuais máximos para as variações das dimensões, ortogonalidade, curvatura central e lateral (flecha lateral).,esses valores variam de +ou – 0,50% a 1,00% da área total da placa sendo consideradas suas dimensões de < 90cm². A largura da junta será função da sua expansão máxima, devendo o material usado no preenchimento ser capaz de absorver tais tensões sem sofrer alterações significativas, ou seja, o módulo de elasticidade do material de preenchimento deverá ser compatível com as tensões de expansão e contração. (FIORITO – 2009)

5.3.3 .Juntas de Movimentação ou Trabalho

São denominadas também como juntas de expansão e contração. Devem ser executadas em todo perímetro do encontro da alvenaria com a viga de concreto, no encontro da base com outros tipos de revestimento, no encontro dos panos de vedação com a estrutura de concreto. .(FIORITO –2009)

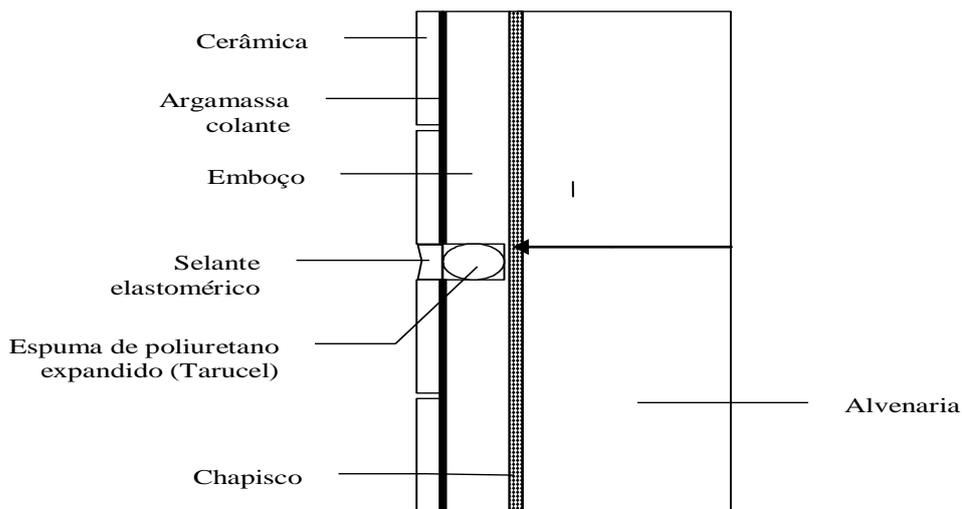


FIG 4-(Carvalho Jr. A.N - 1999)

5.3.4 Juntas de Dessolidarização

As juntas de dessolidarização deverão ser executadas todas as vezes que há o encontro do revestimento com a estrutura de concreto, também na posição de encontro de lajes ou grandes painéis, sujeitos a flexão e deformação lenta do concreto. Elas devem ser posicionadas nas regiões onde ocorrem os maiores momentos positivos e negativos. (FIORITO –2009)

Exemplos:

A seguir apresentamos figuras que demonstram a forma de execução das diversas juntas.

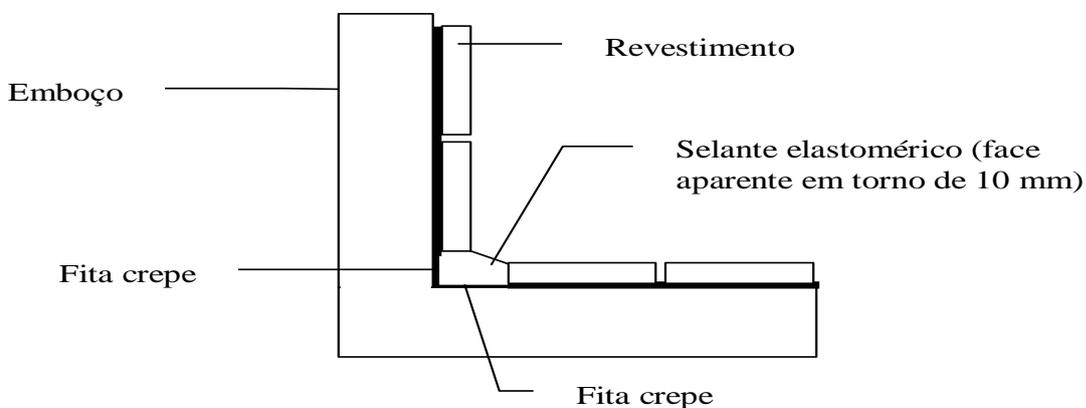


FIG.5-(Carvalho Jr. A.N -1999)

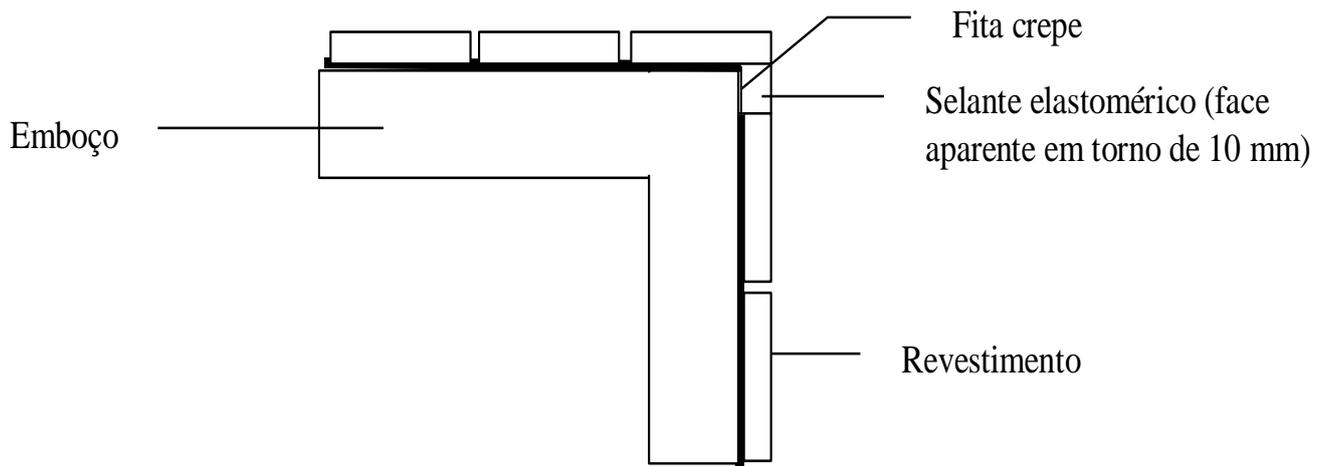


FIG.6-(Carvalho Jr A. N -1999)

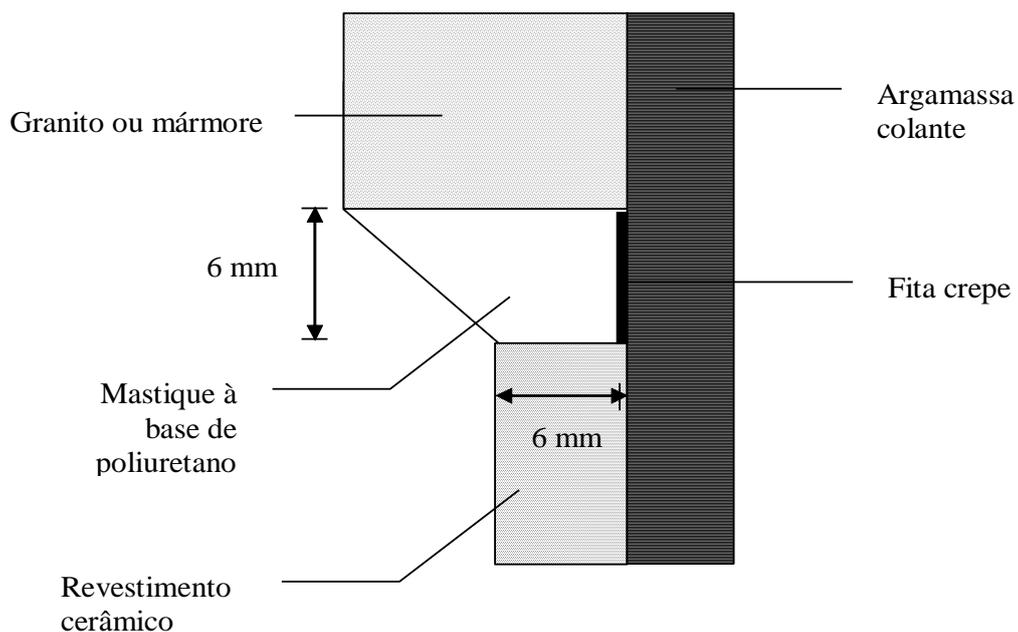


FIG.7-(Carvalho Jr A. N -1999)

5.3.5 Juntas Estruturais

São juntas já existentes na estrutura de concreto. Devem ser mantidas na posição em que estiverem e na mesma largura, em todas as camadas que constituem o revestimento. Deverá ser executado o preenchimento da junta

estrutural com EPS, por exemplo, e depois faz-se o selamento com mastique poliuretano .Lembrando sempre que a camada do selante não deverá estar aderida ao material de preenchimento (EPS). (FIORITO– 2009)

5.3.6 Materiais utilizados nas Juntas

5.3.6.1 Rejuntas

Ao se iniciar o rejuntamento deve-se observar as demais juntas, de movimentação, dessolidarização, estruturais. Estas juntas que trabalham de modo especial, deverão ser protegidas com papel ou fita, a fim de se evitar a entrada de material de enchimento que será utilizado.

Os lados das peças deverão estar limpos e secos para a perfeita aderência do material de preenchimento as laterais das placas cerâmicas. A aplicação do rejunte (selante) deverá obedecer as indicações de uso do fabricante, Alguns deles indicam o uso de primer específico nas juntas antes da aplicação do material que deverá ser flexível o bastante para suportar os esforços entre as placas. (FIORITO– 2009)

5.3.6.2 Selantes

Colocamos este item selantes e adesivos como forma de explicar a diferença entre os mesmos e os rejuntas., De uma forma simplificada, pode mos dizer que os selantes e adesivos diferem-se dos rejuntas devido a suas propriedades impermeáveis. A seguir, no entanto descreveremos as diferenças conforme alguns autores consultados.

Segundo (ABIQUIM – 2008), adesivo e selante se confundem, já que ambos são substancias empregadas para aderir materiais.

O adesivo é definido como um material orgânico capaz de unir duas superfícies através de força de adesão e coesão interna sem modificar significativamente a estrutura destes corpos, já o termo selante é adequado ao material usado para proteger, vedar, preenchendo espaços vazios entre dois corpos.

Estas definições, no entanto não nos parece ser a mais adequada, pois o adesivo tem como objetivo ser uma substancia capaz de unir diferentes partes ou materiais dando a eles novas funções e propriedades, que no final agregará

ao conjunto muito mais que a soma de seus componentes. Segundo (HOUWINK; SALOMON – 1965), esta capacidade de unir materiais por meio da união de superfícies, não é uma propriedade intrínseca da substancia, é desenvolvida sob algumas circunstancias quando interage com o aderente.

Em muitas situações os selantes agem como adesivos, em razão de algumas formulações podem ter desempenho tanto de selante quanto de adesivo.

Segundo (PETRIE – 2000,2005) selante é uma substancia capaz de unir pelo menos dois materiais, preenchendo os espaços vazios entre eles para fornecer uma barreira ou servir como revestimento protetor.

O selante compreende um material viscoso, que muda seu estado se tornando sólido, mas flexível após a sua aplicação, sendo empregado para prevenir penetração de gás, água, poeira, fogo, fumaça ; ainda pode ser empregado para excluir barulho e vibrações, melhorar a aparência e o desempenho de uma junção.

Selantes são usados para fechar pequenas aberturas, juntas diversas e a sua propriedade desejável é que tenham insolubilidade, resistência a corrosão e adesão.

A principal característica e vantagem do selante é sua elasticidade, que se define como capacidade de movimentação, resistindo a movimentos cíclicos de extensão e compressão nos trabalhos das juntas sem descolar da superfície. Assim o selante necessita acompanhar todas as variações dimensionais que uma junta sofre por causa das dilatações e compressões devido a mudança de temperatura, além de acompanhar as movimentações estruturais do substrato em função da pressão dos ventos e vibrações. (VASCONCELOS LOUREIRO A.M. - 2010)

6 PROJETO E EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO CERAMICO DE FACHADA (RCF) E PATOLOGIAS

6.1 Introdução

O aparecimento de patologia diversa nas fachadas, que levam a tortura o consumidor final, além do prejuízo que sofrem as construtoras com a

reexecução dos serviços, a perda de tempo, de fornecedores e principalmente investidores, tem feito o setor de edificações repensar a maneira de se construir.

Ao longo dos anos o setor foi se conscientizando da necessidade de melhoria na forma de construir. Passando-se a pensar mais em indústria do que em artesanato.

À medida que engenheiros e fabricantes preocupavam-se com a melhoria da qualidade, da produção, foi-se descobrindo que era necessário pensar, prever, experimentar, discutir, tudo isto antes de executar. Aí vem a grande pergunta: Como fazer isto? Fácil, a forma de executar todos os itens era aprimoramento do projeto. A compatibilização entre todos eles, inclusive um projeto de revestimento de fachada que considerasse o material, as tensões a que este material estaria submetido, os esforços diferenciais da estrutura e da base, os efeitos calor/frio, chuvas com vento, ventos com velocidades extraordinárias e muitos outros efeitos climáticos.

6.2 Considerações Básicas para Projetos de Revestimento de cerâmica de Fachada (RCF)

Considera-se para fins de definição das características mais importantes dos revestimentos externos, as exigências de uso, compatibilidade entre detalhes de fachada e materiais utilizados, características físicas e químicas entre o revestimento e sua base e conseqüentemente o acabamento final pretendido.

Quanto a habitabilidade, o revestimento de fachada deve desempenhar sozinho ou associado as funções seguintes: (SELMO -1989; CSTB -1980)

- I. Estanqueidade a água
- II. Isolamento térmico
- III. Isolamento acústico
- IV. Estética da edificação.

A função principal que um revestimento deverá desempenhar deve ser considerada como o fator mais importante quando da execução do projeto. (ASSIS GRIPP R)

6.3 Execução dos Revestimentos Cerâmicos de Fachada Projeto

Ao pesquisar e ler a bibliografia a respeito de PROJETOS DE REVESTIMENTOS DE FACHADA verifiquei que o “passo a passo” mais fácil de entender e executar era o da Apostila do Prof. Dr. Antonio Neves Carvalho Junior. Utilizo suas palavras e conceitos, já que não encontrei melhor maneira de descrever o assunto. O que vem descrito a seguir, nos itens 6.3 e 6.4 são palavras, conceitos e técnicas do referido professor as quais julgo impossível de melhor descrição. Assim todo o material escrito a seguir é de propriedade do Prof. Dr. Antonio N. C. Jr. A ele o meu muito obrigada.

6.3.1 Preparo da base

. Camada de regularização (emboço) preferencialmente aplicada sobre alvenaria chapiscada

. Condições da alvenaria para recebimento da argamassa de regularização

-remoção de materiais pulverulentos (pó, barro, fuligem) → vassoura e se necessário lavagem

-remoção de fungos (bolor) e micro-organismos → solução de hipoclorito de sódio (4 a 6 % de cloro) seguida de lavagem com jateamento de água

-remoção de substâncias gordurosas e eflorescências → solução de 5 a 10 % de ácido muriático seguida de lavagem com jateamento de água

Base de concreto

-remoção de película de desmoldante (escova de aço e detergente, lixamento com máquina), apicoamento, remoção e/ou tratamento de pregos e arames (zarcão preferencialmente a base de Zn), tratamento de brocas com o próprio concreto ou argamassas com aditivo adesivo, lavagem com jateamento de água.

6.4 . Características do emboço - norma ABNT NBR 13.755/96

- espessura inferior a 2,5 cm
- idade mínima de 14 dias (ideal de 30 dias)
- textura áspera
- desvio de planeza inferior a 3 mm em relação a régua retilínea de 2 metros
- não deve apresentar som cavo sob percussão
- resistência de aderência à tração superior a 0,3 MPa
- limpeza

Características do revestimento cerâmico

. Diferenças entre revestimentos cerâmicos para paredes externas (fachadas)

. Características desejáveis para revestimentos cerâmicos de fachadas:

- expansão por umidade $\leq 0,6$ mm/m
- absorção d'água ≤ 6 %
- garras poli-orientadas no tardo
- cores claras
- dimensões inferiores a 20 x 20 cm

Norma ABNT NBR 13.818/97 – Placas cerâmicas para revestimentos – Especificação e métodos de ensaio

6.4.1 Assentamento com argamassa colante

. Utilização de argamassa colante tipo AC-III ou de acordo com indicação do fabricante

Recomendação de aplicações e tempo em aberto de argamassas colantes industrializadas segundo a NBR 14.081/2004

Tabela 8 – Argamassas/ tempo em aberto

| Tipo da argamassa colante | Aplicações | Tempo em aberto (minutos) |
|----------------------------------|--|---|
| AC-I | Ambientes internos exceto saunas, churrasqueiras, estufas e outros revestimentos especiais | ≥ 15 |
| AC-II | Pisos e paredes externos | ≥ 20 |
| AC-III | Onde se necessita de alta resistência à tensões de cisalhamento, apresentando aderência superior a dos tipos AC-I e AC-II | ≥ 20 |
| AC-I-E AC-II-E AC-III-E | Similar as anteriores, porém com tempo em aberto estendido | Com acréscimo de no mínimo 10 minutos nos especificados acima |

- . Aplicação com desempenadeira de aço denteada 8 x 8 x 8 (peças maiores que 20 x 20 cm em dupla camada)
- . Utilização de peças cerâmicas secas
- . Uso de linhas ou espaçadores
- . Colocação na fachada seguida de arraste e percussão eficiente
- . Após o assentamento limpeza em prazo inferior à 1 hora com espuma de poliuretano limpa e úmida, seguida de secagem com estopa limpa
- . Cuidados no preparo da argamassa colante:
 - mistura mecânica em recipiente estanque (preferencialmente plástico), protegida de sol, vento e chuva.
 - atenção a quantidade de água recomendada pelo fabricante

- utilização sacos inteiros
- . Cuidados na aplicação da argamassa colante e do revestimento cerâmico:
 - recomenda-se temperatura ambiente entre 5 °C e 40 °C e temperatura do emboço e dos revestimentos cerâmicos entre 5 °C e 27 °C
 - respeito ao tempo de remistura (em torno de 15 min.) para que os aditivos se tornem ativos
 - respeito ao tempo de utilização (2 horas e 30 minutos)
 - respeito ao tempo em aberto (abertura de panos pequenos, de 0,5 a 1 m²)

. Verificação do tempo em aberto excedido:

- presença de película esbranquiçada
- toque com os dedos sem que estes se sujem
- arrancamento aleatório de uma peça a cada 5 m², num tempo não superior a 30 minutos do assentamento e observação do tardo não impregnado por
- Juntas

. Juntas de assentamento:

- espaços deixados entre as peças cerâmicas durante seu assentamento (8 a 10 mm)
- Parâmetro para cálculo:

A dilatação total (ΔL_T) é a soma da dilatação devido à expansão por umidade (ΔL_{e_u}) mais a dilatação térmica (ΔL_t), então:

$$\Delta L_T = \Delta L_{e_u} + \Delta L_t, \text{ e :}$$

$$\Delta L_{e_u} = e_u \cdot L_0$$

(L_0 = comprimento inicial)

$$\Delta L_t = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t$$

(L_0 = comprimento inicial, α = coeficiente de dilatação térmica e Δt = variação da temperatura)

Importante

- rejuntamento 72 horas após o assentamento das peças
- antes do rejuntamento deve ser realizado ensaio a percussão das peças cerâmicas e limpeza e umedecimento das juntas
- utilizar preferencialmente rejuntas pré-fabricados

- recomenda-se a limpeza do material de rejuntamento sobre a face do revestimento cerâmico seja feita após 15 minutos com pano limpo e úmido, e, após mais 15 minutos, finalizar a limpeza com pano seco

. Juntas de movimentação:

- dividem um pano cerâmico extenso em panos menores, permitindo a movimentação dos mesmos
- **posicionadas preferencialmente na região de transição viga/alvenaria (juntas horizontais) a cada pavimento e na região de transição pilar/alvenaria (juntas verticais) a cada 6 metros (norma ABNT NBR 13.755/96)**
- cortes são realizados no emboço para posterior introdução do limitador da junta quando da execução da mesma (material de enchimento espuma de polietileno expandido - tarucel)
- quando do rejuntamento das juntas de assentamento, as juntas de movimentação são vedadas com papel
- introdução do limitador de junta (espuma de polietileno expandido - tarucel) e aplicação do selante da junta (mastique a base de poliuretano) utilizando-se fita crepe nas bordas das cerâmicas

. Parâmetros para cálculo

- Utilizam-se os mesmos apresentados para as juntas de assentamento, admitindo-se que as solicitações irreversíveis oriundas da expansão por umidade (também conhecida como dilatação higroscópica) foram absorvidas pelas juntas de assentamento, trabalhando-se, portanto, neste dimensionamento, somente com a dilatação térmica.

. Novas abordagens para os cálculos de juntas de movimentação horizontais:

- Segundo a publicação "*Direct Adhered Ceramic Tile, Stone and Thin Brick Facades - Technical Design Manual*" o cálculo da largura das juntas

horizontais de movimentação para cada pavimento, para um prédio em concreto armado com X metros de altura, para controle exclusivamente das movimentações verticais, será função de sua movimentação térmica, retração, fluência e deformação elástica, onde a movimentação total será expressa por:

$$0,006. X. Z + 0,94. X,$$

(X = altura total do prédio e Z = variação da temperatura em ° C)

Critérios:

A largura das juntas deve ser de 3 a 4 vezes a movimentação total das juntas

A largura de cada junta deve ser de no mínimo 10 mm

Logo a largura total das juntas horizontais será de:

$$3. (0,006. X. Z + 0,94. X)$$

e, conseqüentemente a largura de cada junta horizontal de movimentação será de :

$$\underline{3. (0,006 . X . Z + 0,94 . X)}$$

n

(X = altura total do prédio, Z = variação da temperatura em ° C e n = número de pavimentos, incluindo o térreo, + 1, para se considerar uma junta ao nível do piso térreo)

6.4.1.1 Parâmetros de aceitação

- ✓ . Planeza: as irregularidades graduais não devem superar 3 mm em relação a uma régua de 2 metros de comprimento e o desnível entre peças cerâmicas contíguas e entre estas e as juntas de movimentação e estruturais não deve ser maior que 1 mm
- ✓ . Alinhamento das juntas de assentamento: não deve haver afastamento maior que 1 mm entre as bordas das placas cerâmicas teoricamente

alinhas e a borda de uma régua com 2 metros de comprimento, faceada com as placas cerâmicas da extremidade da borda.

- ✓ . Aderência: Caso se julgue necessária a avaliação desta propriedade, podem ser feitos ensaios de resistência de aderência (norma ABNT NBR 13.755/96).

(CARVALHO JR. A.N 1999)

6.4.1.2 Limpeza e Manutenção

Denominada de limpabilidade, a *“facilidade e eficácia com que a sujeira, as manchas e outros materiais que entram em contato com a superfície da parede possam ser eliminadas, e desta forma restaurar a superfície até que fiquem com as características funcionais e estéticas que possuíam antes de serem sujas já que não pode ser considerada como uma propriedade intrínseca dos revestimentos cerâmicos”* (TIMELLINI; CARANI – 1997)

6.4.1.3 No final da instalação

É inevitável que após a operação de rejuntamento, fiquem resíduos destes materiais na superfície do revestimento. Alguns destes revestimentos, dependendo se esmaltados ou porosos, podem gerar uma camada fina de pó, por exemplo no caso das argamassas de rejunte, ou até eflorescências proveniente das camadas das argamassas em revestimento porosos não esmaltados. É recomendado o uso de antiaderentes de cimento antes da execução do rejuntamento. (ITC – 1993)

Normalmente estes resíduos são eliminados com soluções ácidas diluídas. Embora existam vários produtos no mercado, deve-se tomar cuidado com a escolha do produto mais adequado, evitando-se assim danos permanentes nas peças que estão sendo limpas.

Recomendações do (ITC – 1993):

- a) A limpeza com ácidos não deve ser feita em revestimentos recém instalados ou rejuntados, devido as reações que podem ocorrer entre o ácido e o material cimentício.

- b) Antes de qualquer tratamento químico deve-se molhar a superfície do revestimento com água limpa para evitar a absorção deste pelo revestimento e lavar abundantemente com água logo após o procedimento.
- c) Os procedimentos de limpeza requerem mão de obra especializada e atendimento às recomendações dos fabricantes destes produtos.

6.4.2 Manchas e Incrustações

Algumas vezes as manchas são causadas pela queda de produtos cuja limpeza não se limita a detergente neutro e água, para tais manchas são necessários procedimentos específicos.

| TIPOS DE MANCHAS | DETERGENTES |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Cimento e resíduos calcários..... | ácidos orgânicos diluídos |
| Depósito de óxidos..... | ácido fosfórico |
| Óleos..... | álcool etílico |
| Gorduras..... | tricloroetileno e bicarbonato+água |
| Alquitrã..... | acetona |
| Tinta..... | solvente de tinta |
| Borracha..... | solventes orgânicos |

(ITC-1993)

6.4.3 Tratamentos Superficiais

Não havendo materiais diferenciados a serem retirados, logo após a aplicação do rejuntamento em no máximo 15 minutos, deve-se proceder a limpeza com espuma molhada em água e proceder a secagem com estopa seca. Não se

deve proceder o rejuntamento de panos de revestimentos muito grandes, pois isto dificultará a limpeza dos mesmos.

6.5 Patologias dos Revestimentos Cerâmicos de Fachada (RCF)

6.5.1 Perda de Aderência

A perda de aderência acontece quando há falhas ou rupturas nas interfaces revestimento cerâmico/argamassa colante ou argamassa colante/base, acontece devido a tensões surgidas que ultrapassam a capacidade de aderência. Diversas causas podem determinar o deslocamento, como a intensidade com que ocorrem as tensões de compressão no painel de revestimento, devido a trabalhabilidade da estrutura de concreto, variações higrotérmicas e de temperatura.

(SABBATINI; BARROS – 1990) indicam que os descolamentos acontecem num período de 6 meses pós ocupação até dois anos, sendo o fato ocorrente nos primeiros e nos últimos pavimentos, devido estarem ele mais sujeitos a solicitação das tensões diferenciais.

6.5.2 Trincas, Gretamentos e Fissuras.

A característica destes fenômenos é a perda da integridade da superfície do RFC, em alguns de seus componentes expostos, as placas ou as juntas. Quando acontecem geram o descolamento da placa do substrato.

Para o caso das cerâmicas, trinca é a ruptura do corpo da placa após a sua fixação, o que acarreta a separação da placa em duas ou mais partes. Quando se manifestam as aberturas são da ordem de 0,50 mm ou maiores.

O gretamento e o fissuramento são pequenas aberturas tipo “fio de cabelo” com dimensões entre 0,05 a 0,1 mm, aparecem na superfície da placa como ruptura parcial do esmalte, e são decorrentes de deformações de pequena amplitude, por pequenas variações térmicas ou higroscópicas no revestimento, normalmente sua origem provem de falhas construtivas, ausência de juntas. Especificamente o gretamento é proveniente de uma diferença no coeficiente

de expansão térmica do esmalte com o corpo da placa (biscoito). (ESQUIVEL TEMOCHE J. F 2001)

6.5.3 Eflorescência:

É um problema patológico que afeta não só a aparência estética, mas também a aderência da placa cerâmica. Ele ocorre devido a ação do meio ambiente ou por ação físico-química, que faz aparecer o depósito de sal.

Isto acontece pela percolação de água através de material poroso, carreando substâncias solúveis como sulfatos e carbonatos de sódio e potássio, que serão depositadas na superfície da cerâmica após a evaporação da água.

7 CENARIO DA PESQUISA SOBRE RCF DE EDIFICAÇÕES

7.1 Introdução

A pesquisa foi feita empiricamente, observando-se diversas edificações nas regiões Centro-Sul, Leste e Oeste de Belo Horizonte. A fim de obter-se uma análise mais substanciada, foi usada as edificações verticais definindo-se assim uma tipologia e localização.

7.2 Cenário da pesquisa

7.2.1 Caracterização de Belo Horizonte

Belo Horizonte é uma cidade de aproximadamente 100 anos, onde durante os seus primeiros 70/80 anos as construções eram unifamiliares ou multifamiliar vertical de baixa altura, quase sempre 3 ou 4 pavimentos. As exceções são poucas, muitas da década de 50 como os Edifícios Helena Passig, Joaquim de Paula, Conjunto Arquitetônico JK, Condomínio Ed. Pilar, Condomínio Ed. Solar entre outros, e algumas anteriores como os Edifícios Borges da Costa, Acaiaca e o primeiro deles que não me lembro o nome localizado na Rua São Paulo entre rua Carijós e Av. Afonso Pena.

Assim a verticalização de Belo Horizonte, aconteceu a partir do final dos anos 80 em diante. As edificações começaram a ser executadas a partir da

normatização da primeira Lei de Uso e Ocupação do Solo, que na realidade permitia a construção de edificações de maior porte na parte central da cidade.

Aos poucos foram acontecendo alterações, adequações a esta Lei ainda nos anos 80/90, e permitiram-se construções de maior porte em outros bairros, principalmente, Funcionários, Sion, Serra, Cruzeiro na região Centro-Sul, na região leste no novo bairro Cidade Nova, e permitidas edificações comerciais na Av. do Contorno.

Entrando no ano 2000, com o crescimento intenso da população, vieram novos bairros como o Buritis e Grajaú na região oeste, desta época em diante novas alterações na Lei, proporcionariam construções em bairros residenciais unifamiliares como Santa Lucia, São Bento, Belvedere.

A cidade de Belo Horizonte modifica completamente a sua paisagem, tornando-se cada vez mais verticalizada e trazendo com isto, modificações climáticas que vão influir diretamente no aparecimento de patologias nas construções.

7.2.2 Ocupação Urbana

Já nos anos 50, iniciou-se uma ocupação desordenada da Belo Horizonte, com novos bairros sendo construídos fora do perímetro da Av. do Contorno. Estes bairros com o passar do tempo se tornaram áreas nobres, pois estavam situados na parte sul da cidade. Esta ocupação, com raríssimas exceções, provocaram modificações na paisagem urbana, os bairros possuíam terrenos menores, ruas mais estreitas e havia uma falta de controle na forma das construções. Aos poucos Belo Horizonte vai se tornando um grande centro urbano, com regiões que desrespeitavam o traçado original da cidade e muito maior do que o previsto, já que quando projetada estimava-se uma população de no máximo 200.000 habitantes. Na década de 70 já tínhamos atingido a marca dos 500.000 habitantes, e atualmente passamos para a casa dos 2 ou 3 milhões de habitantes.

Tudo isto feito de uma forma pouco ordenada, agrava os problemas de saneamento, tráfego e formação de aglomerados populacionais e junto com estes aglomerados a criminalidade.

7.2.3 Clima

Como todo grande centro urbano, quanto maior o seu crescimento, mais alterações climáticas passam a existir. A verticalização intensa, principalmente em determinadas áreas provocam o aquecimento da cidade, já que as edificações muito altas impedem a circulação das correntes de ar, como no caso do Belvedere. Há uma impermeabilização extensiva do solo, principalmente com material asfáltico, que absorve o calor do sol, emanando vapores aquecidos ao entardecer.

Além da verticalização e impermeabilização do solo, que aconteceram mais recentemente, Belo Horizonte era uma cidade clima seco, com as alterações sofridas com sua expansão, o calor retido na pavimentação asfáltica é transformado em vapores úmidos quando do seu resfriamento, provocando em um curto espaço de tempo uma variação de umidade muito grande. Esta particularidade do clima provoca nas edificações, uma variação enorme das tensões de expansão e compressão que é uma das inúmeras causas do aparecimento das patologias nas construções.

8 ESTUDO DE CASOS

8.1 Tipo predominante: Residencial Vertical

Prédio residencial, multifamiliar, composto de 02 subsolos- 01 pilotis- 05 pavimentos tipo- 01 pavimento de cobertura duplex- barrilete- casa de máquinas e caixa d'água. (Belo Horizonte)

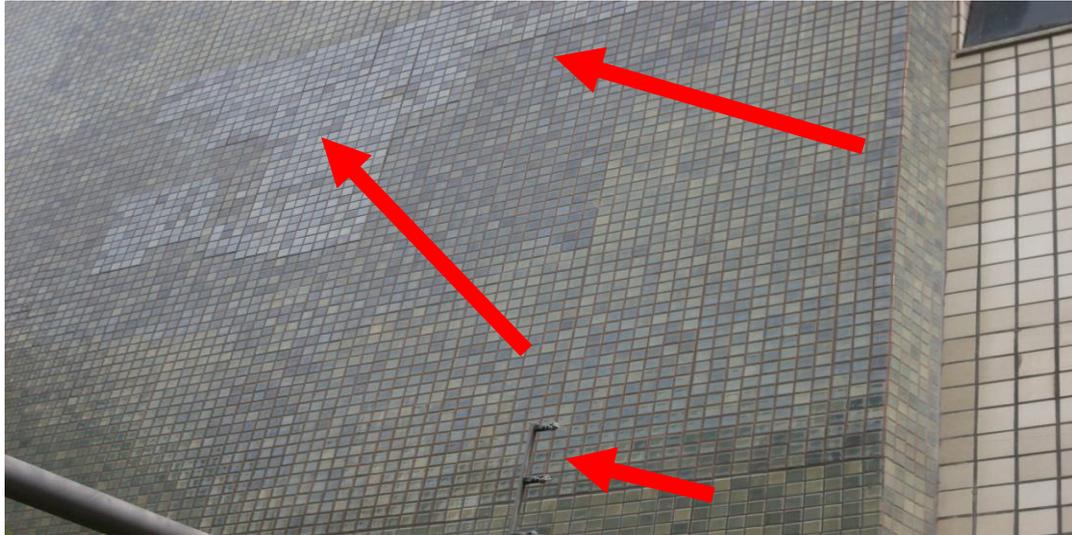


FIG. 8. Revestimento em pastilha 5x5, marca Jatobá- assentado com argamassa colante descolamento do revestimento aproximadamente 6 meses após a entrega da obra

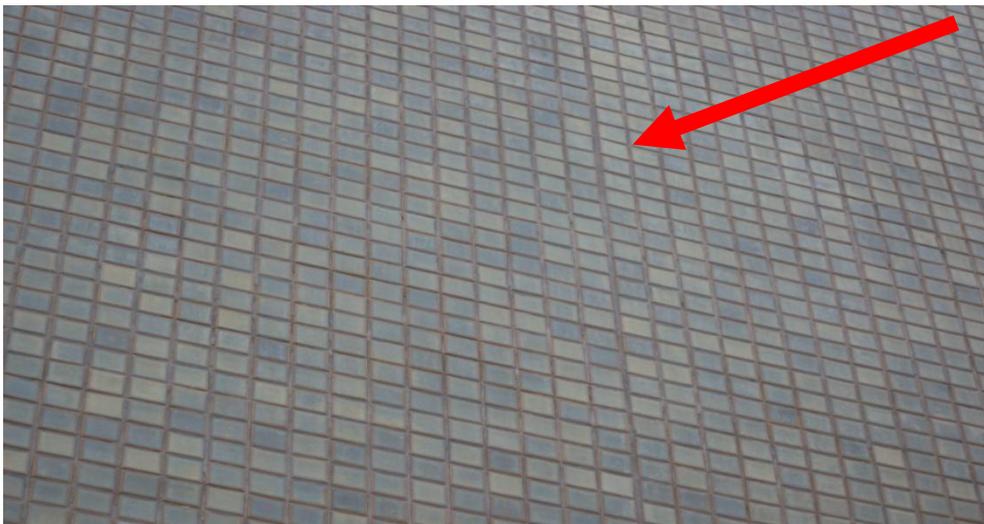


FIG.9, Detalhe mostrando a diferença do revestimento depois de recomposto



FIG.10. Revestimento em cerâmica Portobelo 10x10, decolamento 02 anos após a entrega

Durante período de aproximadamente, 3 anos o Condomínio aciona judicialmente o Construtor, ganhando o litígio. Começa a recuperação das fachadas. Não foi feita a retirada do material existente, não houve regularização da Base, não houve corte de juntas, as falhas de cerâmica foram recompostas usando-se argamassa colante



FIG.11. 01 ano após a recuperação da fachada, começa novamente o decolamento do revestimento

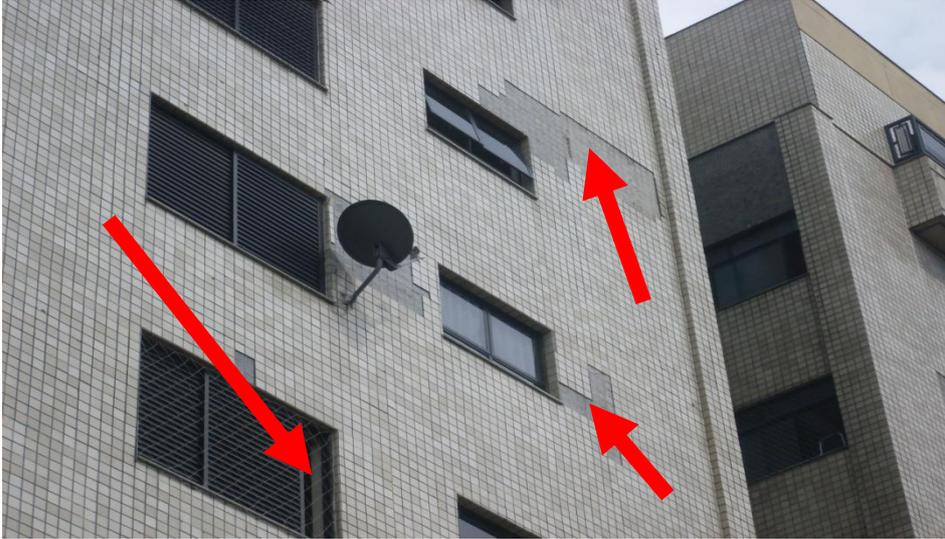


FIG.12. Exemplo de descolamento e queda

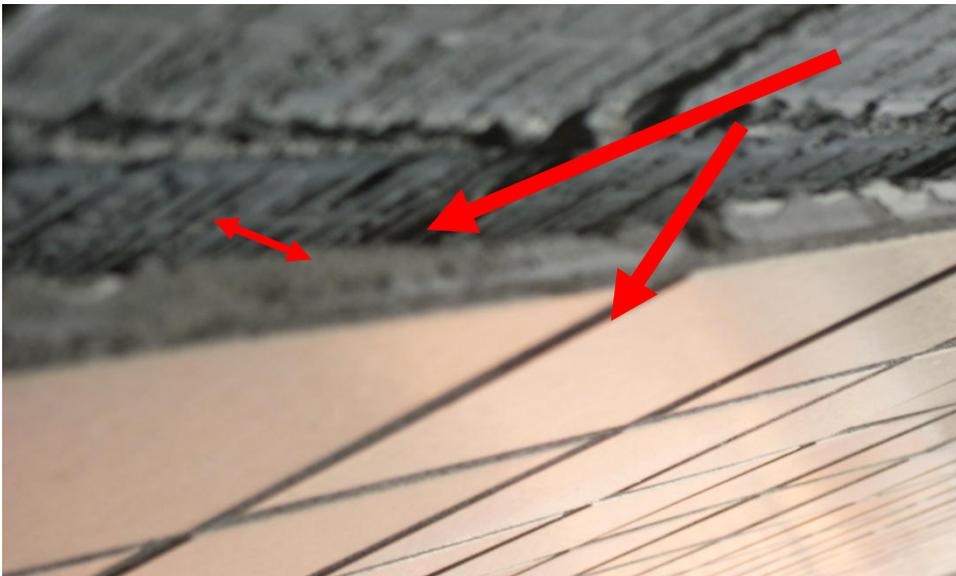


FIG.13. Exemplo do descolamento do painel cerâmico, a aderência das placas pelo rejunte é perfeita, o que causa a queda de grandes placas

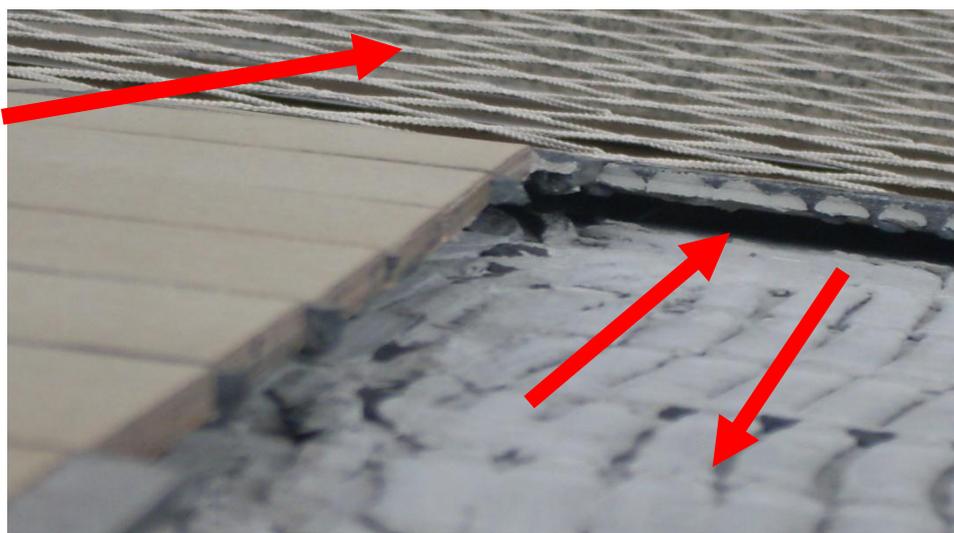


FIG 14. Descolamento da cerâmica, situação agravada por colocação de tela de proteção fora do requadro da janela, argamassa colante aderida a base

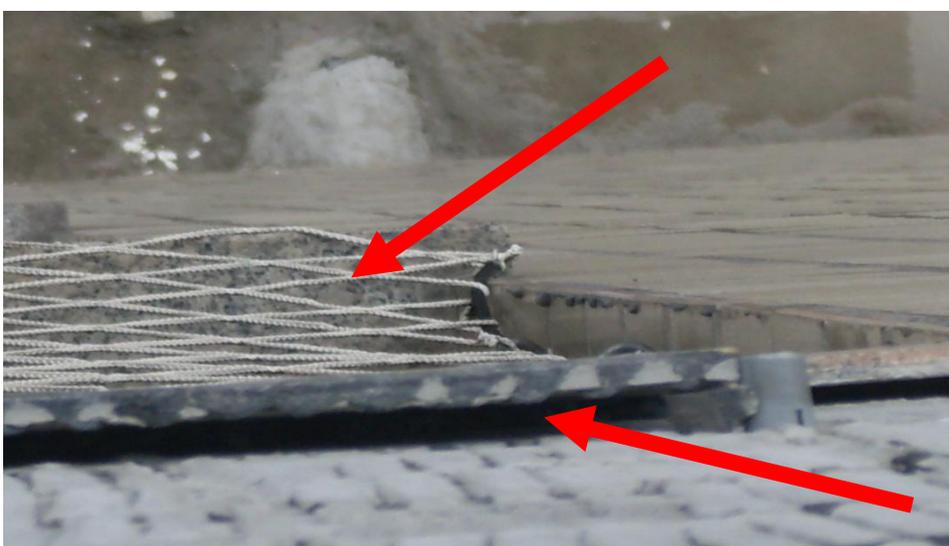


FIG 15. Exemplo do descolamento da cerâmica, com um afastamento da base de aproximadamente 20mm

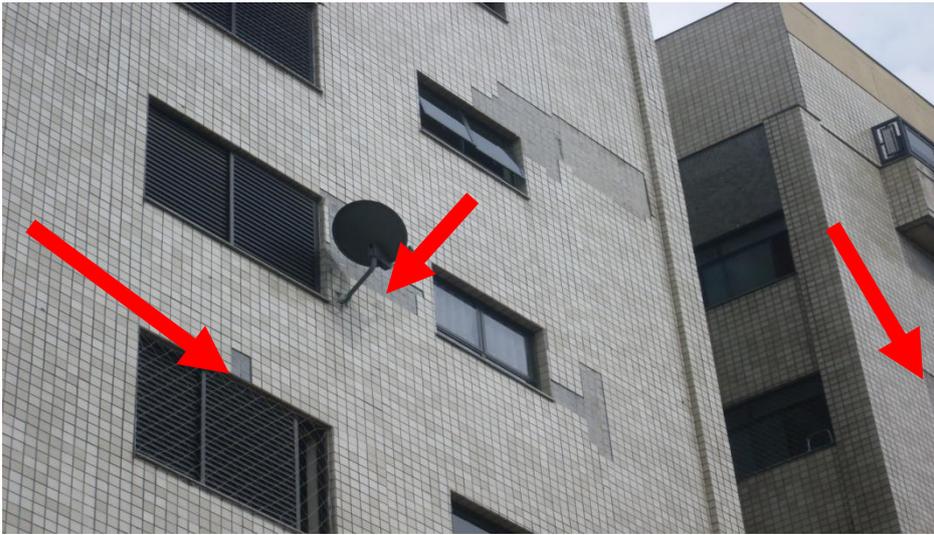


FIG.16. Foto demonstrativa da queda das cerâmicas aleatoriamente

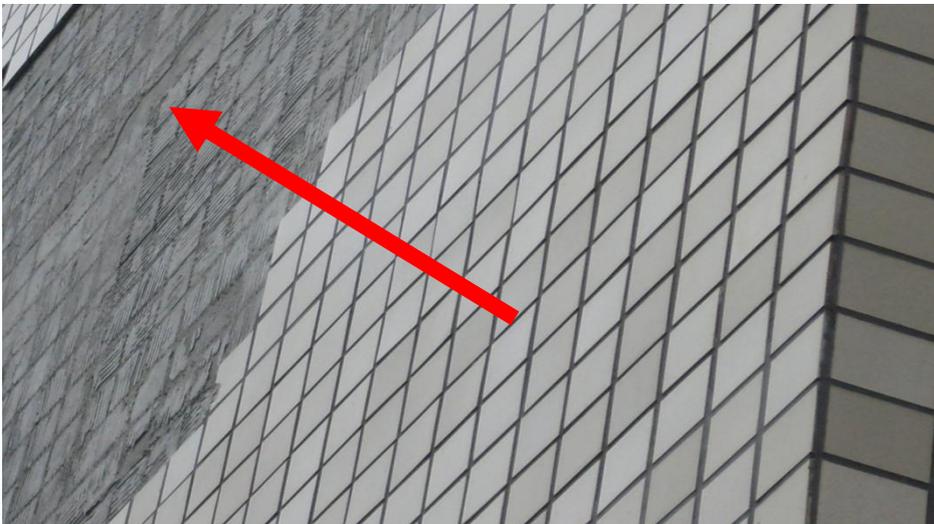


FIG 17. Exemplo de painel formado por peças cerâmicas 10X10, unidos entre si pelo rejunte que deslocou de uma só vez

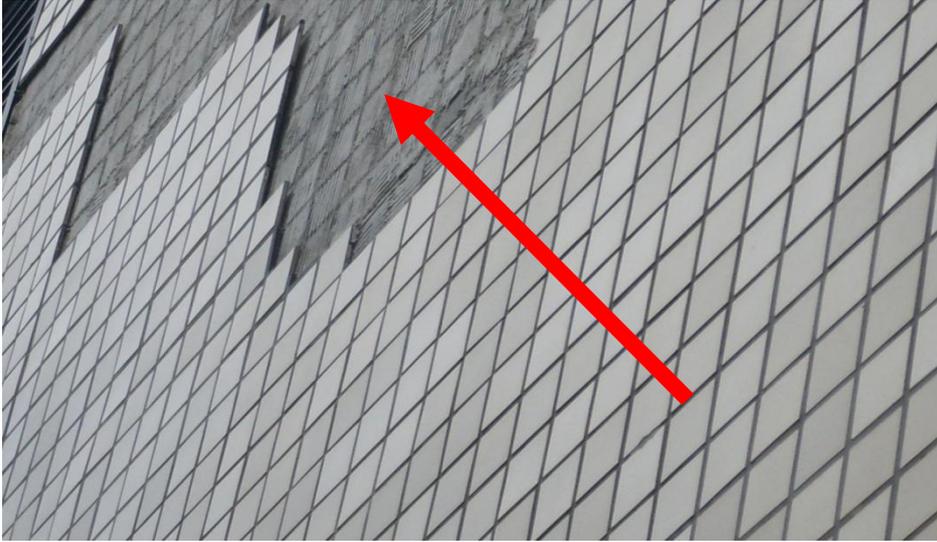


FIG 18. Foto da outra parte do painel mostrado anteriormente



FIG 19. Exemplo de falta de manutenção sujidade do concreto aparente

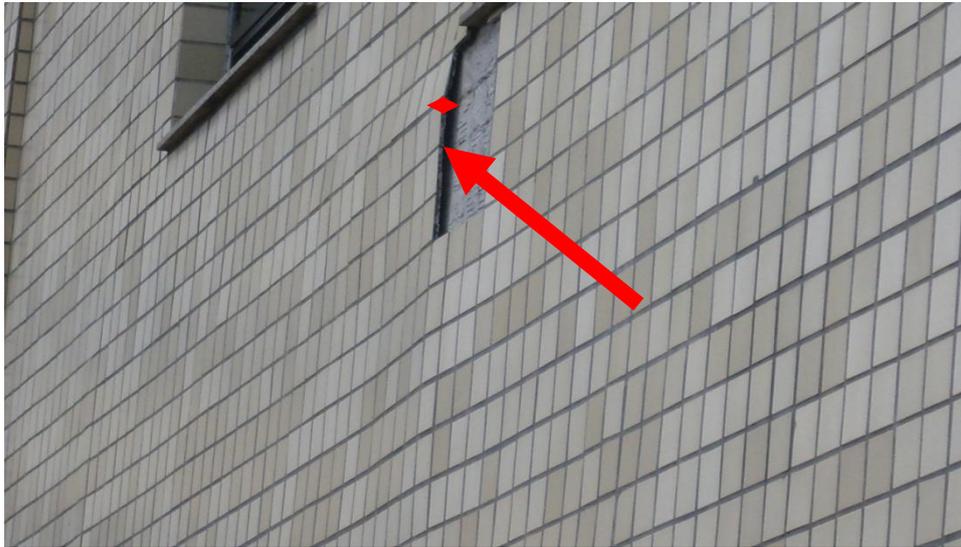


FIG 20. Exemplo de como se inicia o processo de descolamento e deslocamento



FIG 21. Exemplo do descolamento/desplacamento e dos ganchos de rede de proteção

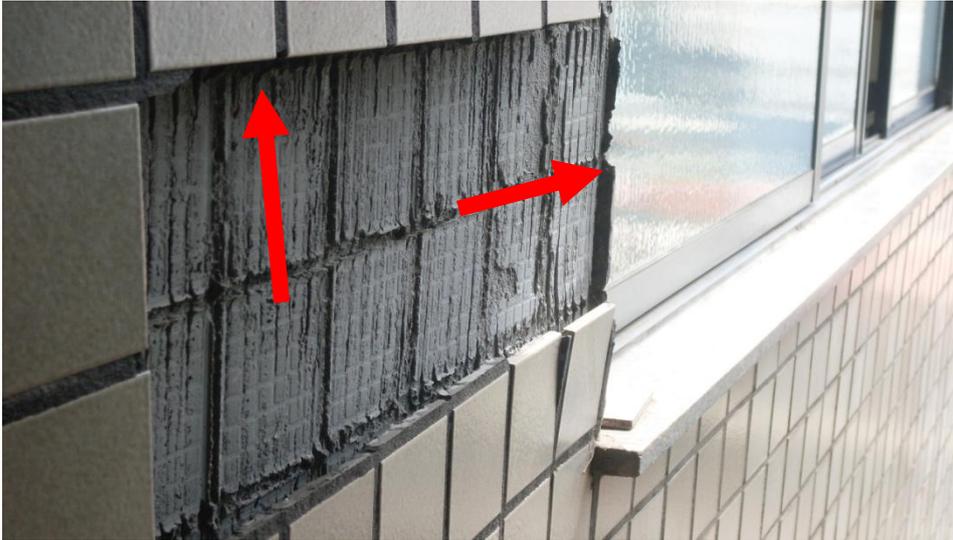


FIG 22. Exemplo de falta de junta de dessolidarização no encontro dos materiais, observa-se também a soltura do material, ficando a argamassa colante na base



FIG 23. Exemplo de falta de manutenção, sujidade e incrustações.

8.2 SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES

Execução de projeto é o primeiro passo e o mais importante, pois através dele serão definidas as características do revestimento e de como executá-lo.

Os revestimentos cerâmicos deverão sempre ser planejados criteriosamente, considerando-se projeto específico, com detalhamento de interferências, propriedades dos materiais e juntas de dilatação conciliando-se com outros elementos integrantes do sistema. Deverão ser observados cuidados especiais na preparação das argamassas de assentamento, manuseio e assentamento de revestimentos.

Deverão também ser desenvolvidos com critério:

- Acompanhamento da execução;
- Controle de qualidade;
- Treinamento e capacitação de mão de obra;
- Divulgação de manual com proprietário com orientações para uso e manutenção dos revestimentos

A falta destes cuidados resultará em retrabalhos pela geração de anomalias, que acarretarão custos não previstos ao usuário.

8.3 Comparativo das Edificações Revestidas de 1960 até 2010 e Exemplos:

Exemplo:

Edificação vertical, constituída por duas torres zona sul de Belo Horizonte

Tipo misto, residencial/ comercial, composta por lojas e apartamentos

Exemplo de fachada atual anos 2000 a 2012

Fotos



FIG 24. 1ª torre outubro de 2010 Deslocamento e estufamento do revestimento locais marcados após teste de percussão com fita crepe

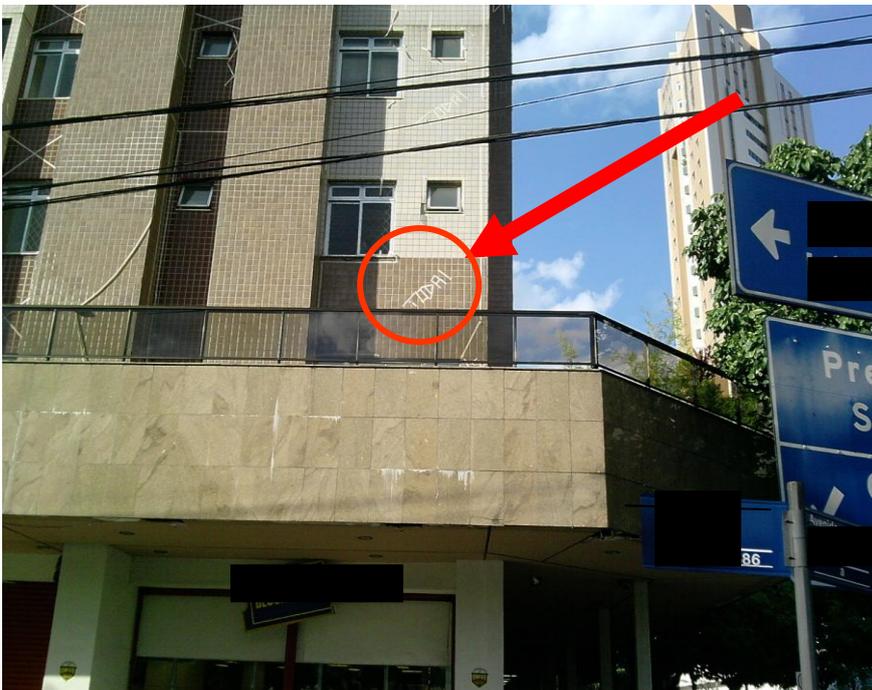


FIG 25. Detalhe da palavra TODA.



FIG 26. Deslocamento do revestimento, detalhes do teste de percussão, locais marcados com fita crepe.



FIG 27. Foto mostrando as duas torres, pequenas anomalias na segunda torre outubro de 2010

Fotos da reforma de fachada da primeira torre janeiro de 2012

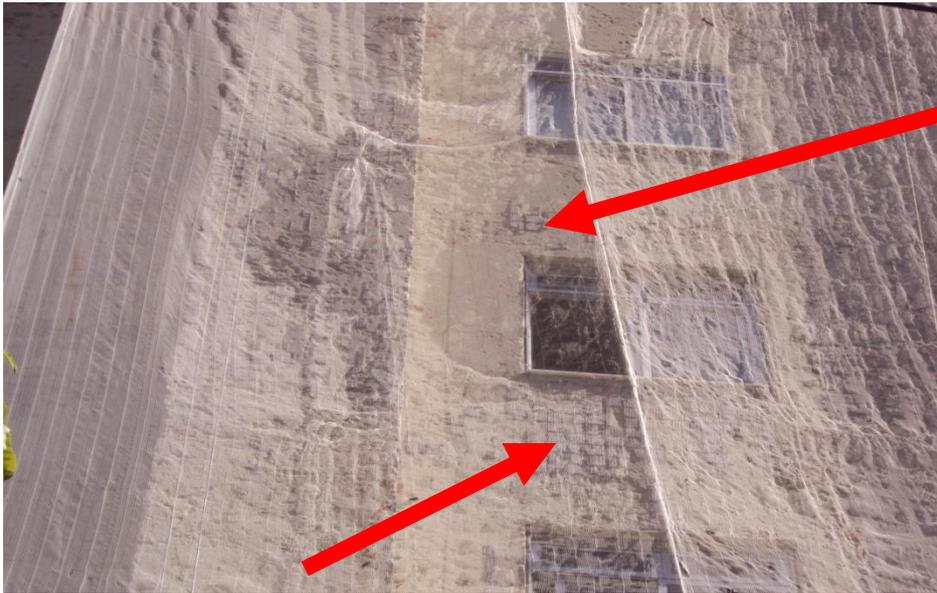


FIG 28. Não houve regularização da Base nem corte de juntas no emboço

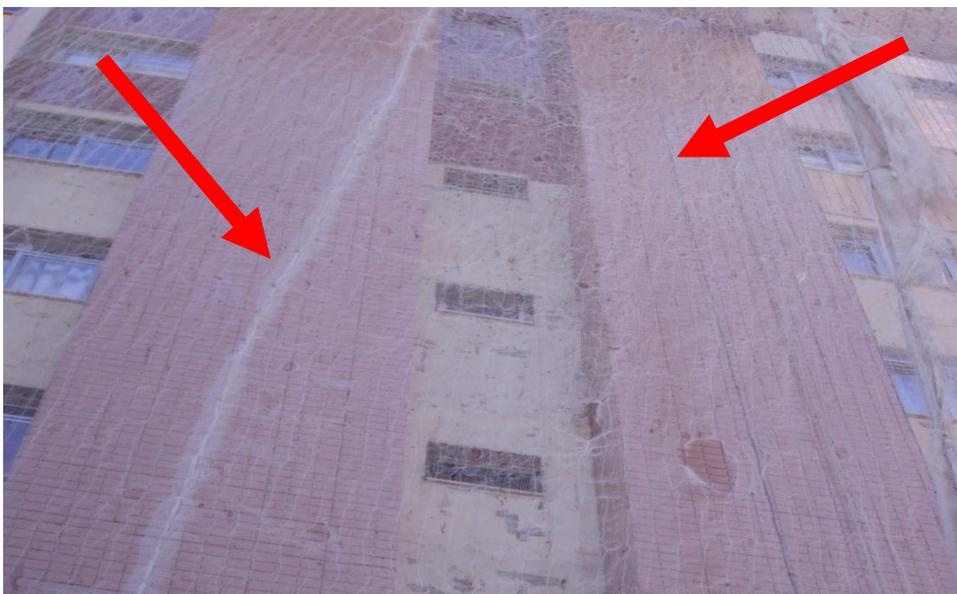


FIG 29. Partes da fachada já com revestimento sem corte de juntas



FIG 30- Parte revestida da fachada, as juntas tem a profundidade somente do revestimento cerâmico e foi selada com mastique a base de poliuretano



FIG. 31. Detalhe da junta executada, não houve corte no emboço

Fotos da segunda torre março de 2012



FIG 32. Eflorescência e estufamento do revestimento na posição das vigas acima das janelas , início do descolamento



FIG.33. Eflorescência, estufamento e descolamento do revestimento



FIG.34. Detalhe do estufamento acontecendo em todas as fachadas da segunda torre

Exemplo de Patologias:

Patologias de selantes em diversos tipos de fachada conforme (BELTRAME, F.R. & LOH, K. 2009)

| FALHAS | CAUSA | PREVENÇÃO |
|---|---|--|
| <p>1. Falha de adesão</p>  <p>Fonte: AT&S</p> | <p>Aplicação sobre superfície:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 – contaminada; 2 – com partículas soltas; 3 – úmida e não curada; 4 – muito porosa; 5 – com falta de homogeneidade entre os componentes. | <p>1 Tipo de superfície</p> <ul style="list-style-type: none"> a – Materiais porosos: <ul style="list-style-type: none"> • remoção de óleos e graxas por lavagem. b – Materiais não porosos: <ul style="list-style-type: none"> • remoção por solvente. <p>2 – Remoção de partículas soltas por lavagem ou ar comprimido</p> <p>3 – Aplicação sobre superfície bem curada e seca.</p> <p>4 – Aplicação de <i>primer</i>.</p> <p>5 – Homoge instruções do fabricante.</p> |
| <p>2. Juntas obstruídas</p>  <p>Fonte: AT&S</p> | <p>Presença de elementos no interior das juntas que, ao impedirem a livre movimentação destas, provocam o lascamento das bordas do revestimento ao longo da junta.</p> | <p>Remoção dos elementos que possam estar obstruindo a livre movimentação das juntas.</p> |
| <p>3. Falha de aderência no substrato</p>  <p>Fonte: AT&S</p> | <p>Superfície do substrato com contaminações e impregnações de qualquer natureza.</p> | <p>Realização de limpeza do substrato antes da aplicação do selante e/ou aplicação de <i>primer</i>.</p> |

FIG.35.Patologias de selantes

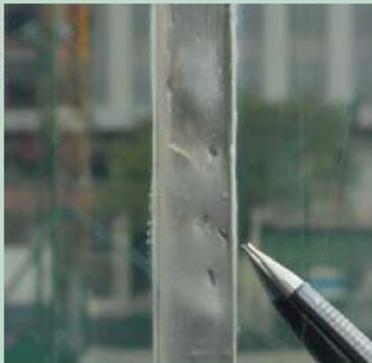
| FALHAS | CAUSA | PREVENÇÃO |
|--|---|--|
| 4. Substrato deteriorado | | |
| <p>Fonte: Denver</p>  | <p>Substrato sem coesão e com falhas de regularização do selante.</p> | <p>Recomposição da falha do substrato antes da aplicação do selante.</p> |
| 5. Presença de bolhas e ondulações na superfície do selante | | |
| <p>Fonte: AT&S</p>  | <p>Aplicação sob temperaturas elevadas ou sob insolação.</p> | <p>Aplicação do selante na temperatura média de utilização, recomendada pelo fabricante.</p> |

FIG.36-.Exemplo de patologias de selantes

Os casos de patologias em fachadas são de difícil e dispendiosa solução e devem ser evitados a todo custo.

As ocorrências devem ser objeto de estudos permanentes que visem sempre o aprimoramento das técnicas e dos materiais de revestimentos e deverão envolver engenheiros, arquitetos, assentadores e os setores fabricantes de insumos e materiais.

Torna-se evidente a necessidade de projetos de execução de fachadas, para que sejam analisadas previamente, todas as implicações existentes entre estrutura e vedações externas.

O estudo da melhor execução do elemento fachada, permitirá a redução, ou pelo menos minimizará os efeitos na fachada da edificação dos diversos esforços e agressões que acontecerão ao longo da sua vida.

Exemplo de fachadas de 1960



FIG.37.Edificações baixas, tipo caixote podendo ser estruturadas ou não



FIG.38.Exemplo de eflorescência em fachada revestida de cerâmica tipo “tijolinho”



FIG.39.Exemplo da eflorescência avançada formando cristalizações nas juntas



FIG.40. Exemplo de eflorescência tanto na pintura como no revestimento de azulejos azuis portugueses.



FIG 41.Exemplo do estufamento que precede o deslocamento



FIG. 42.Exemplo de fissuras e gretamentos em fachada dos anos 60/70, revestimento em azulejos decorados

9 AVALIAÇÃO DO USO DO REVESTIMENTO CERAMICO EM FACHADA

9.1 Introdução

Como dito anteriormente, os dados para esta pesquisa foram feitos de forma empírica, tendo com base a observação da autora. Não foram considerados dados quantitativos, já que em Belo Horizonte não existe um banco de dados que nos forneça números sobre edificações com revestimento cerâmico em

todas as fachadas, ou apenas em algumas, e ainda fachadas mistas onde se mesclam vários tipos de materiais.

Tentou-se fazer um registro fotográfico de amostragem, mas o mesmo não se tornou viável, devido a falta de condições de acesso as edificações.

Sendo assim, este trabalho limita-se a caracterização dos RCF, suas patologias e também aos seus poucos sucessos. (Univ. Lisboa- Portugal)

9.2 Caracterização

Belo Horizonte, diferentemente de outras cidades tem uma verdadeira exigência por edificações toda revestida com RCF. Apesar de tentar a introdução de outros materiais para revestimento, o belorizontino tem uma preferência por revestimentos cerâmicos e pétreos.

Criou-se uma cultura que as edificações revestidas, são para sempre, esquecendo-se que revestida ou não todas as construções deverão sofrer manutenção periódica igualmente e com os mesmos espaços de tempo.

Visualmente, podemos afirmar que o número de edifícios revestidos com materiais cerâmicos é muito maior que os revestidos com outros materiais. Quanto mais luxuoso o empreendimento, maior a sua área quadrada, mais revestimentos considerados nobres são utilizados..

9.3 Especificações

Constata-se que a questão da opção pelos RCF não depende unicamente das suas características físicas e custo do material, mas também de questões vinculadas ao mercado. Este fato denuncia que nunca são consideradas as características arquitetônicas das fachadas, a qualidade do material cerâmico e muito menos as necessidades de execução de projetos que tem como finalidade a estabilização dos revestimentos.

Como foi citado no tópico projetos, é necessário que a especificação se baseie em dados e cálculos específicos, que determinarão o melhor tipo de revestimento para aquele determinado empreendimento. Este tipo de solução é a menos utilizada, normalmente durante o tempo de construção, independente

do arquiteto, incorporador ou construtor, os condôminos pedem a inclusão de determinado revestimento. Deixa-se de lado então, toda a parte técnica importante, para satisfazer o desejo dos compradores/investidores.

10 CONCLUSÕES

10.1-Aspectos Gerais

É clara a representativa porcentagem de uso de RCF em edifícios residenciais multifamiliares em Belo Horizonte, não só nos bairros mais nobres como em outros.

O primeiro fato confirmado é o uso de RCF relacionado ao poder aquisitivo dos usuários, observado isto empiricamente, que o maior índice de RCF estão em bairros onde os terrenos são de custo mais elevado e a população de maior poder aquisitivo, ou de alta renda.

O emprego de revestimento cerâmico inicia-se de uma forma quase obrigatória de forma a atender o consumidor final nos bairros com população de alta renda a partir de meados dos anos 90, continuando em crescimento até 2010.

10.2-Aspectos Técnicos

A diversidade de produtos existentes atualmente no mercado enriquece e possibilita a utilização e combinações dos materiais, desde que se conheça as diferenças entre os diversos produtos, no que diz respeito a propriedades e desempenho. Isto leva os arquitetos, engenheiros, técnicos e especificadores de acabamentos, principalmente os de RCF, a trabalhar com uma enorme quantidade de informações técnicas e dentro de uma necessária sistematização.

A introdução de normas específicas para os materiais de RCF além de outros revestimentos indica a importância que estes materiais representam no setor, e são vitais para estabelecer padrões mínimos de qualidade e utilização.

A nomenclatura utilizada pela norma, ainda não consegue resolver alguns problemas terminológicos que existem no meio, tendo em vista a utilização muitas vezes da linguagem usual utilizada há muitos anos. No entanto em

termos comerciais a linguagem normatizada vem se tornando cada vez mais usual.

Existem ainda alguns componentes do RCF, por exemplo, (Rejunte), para os quais não existe normatização nacional, ficando, portanto, a sua utilização as informações dos fabricante.

Como descrito por SABBATINI; BARROS (1990) e LIMA (1997) Existe também a necessidade de um maior número de bibliografias e trabalhos referente ao tema, associados a construção civil no sub item edificações.

10.3 Aspectos Arquitetônicos

Verifica-se que o uso de RCF é dado a durabilidade do material revestimento, no entanto, arquitetos e especificadores o utilizam para ressaltar os diferentes volumes e detalhes da fachada, conseguindo desta forma salientar detalhes com a utilização de cores diferentes.

A preferência é por cores como azul, cinza, verde e em tamanhos de 10 x 10 ou inferiores.

Nota-se também que a grande preocupação dos especificadores é enobrecer o empreendimento, e dos consumidores são as supostas vantagens técnico-econômicas após a ocupação.

10.4 Aspectos Culturais

Pode-se afirmar que desde o início dos tempos, já se utilizava revestimentos cerâmicos com a finalidade de decorar e enobrecer as construções. Podemos remontar a antiguidade e encontraremos em todos os continentes do mundo a presença de revestimentos cerâmicos na forma de azulejos decorados formando painéis e mosaicos. Não só a cerâmica aparece nessa época, mas também os pétreos como mármore e granito.

O Brasil por sua vez, recebe grande influencia da colonização portuguesa, que trouxe para cá as fachadas revestidas de azulejos decorados como podemos observar principalmente em São Luiz / MA.

Este revestimento já na época colonial tinha o cunho enobrecer a construção e demonstrar a riqueza de seu proprietário.

Podemos então concluir que a preferência por empreendimentos revestidos é algo que está arraigado em nós, como sinal de poder e riqueza, desde os mais remotos tempos.

Conclusão: Os RFC's são arquitetonicamente belos, enobrecem a edificação, mas quando não são obedecidas as boas técnicas de execução e também as instruções de manutenção várias patologias podem ocorrer, tendo em vista que os mesmos nem sempre são escolhidos de acordo com técnicas e normas previstas para sua instalação.

Temos então o contra ponto, o que deveria enobrecer e dar durabilidade a habitação torna-se um problema depois de algum tempo de sua ocupação, por iniciar o aparecimento de patologias que destruirão todas as expectativa dos usuários, construtores e incorporadores.

11-REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. NBR 13.755. Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas com utilização de argamassa colante, – Procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. . NBR 8214 Assentamento de Azulejos. Rio de Janeiro, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro, NBR 13.818 Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaio.. Rio de Janeiro, 1997.

BELTRAME, F.R. & LOH, K., Aplicação de selantes em juntas de movimentação fechada. Porto Alegre: ANTAC, 2009

BOLETIM TECNICO- Manual de Assentamento de Revestimentos de Fachada – Roman L.M. F MSc ; Roman H.R PhD.

CARVALHO JR A.N-Técnicas de Revestimentos; Apostila do Curso de Especialização em Construção Civil. 1. ed. Belo Horizonte: DEMC – EE.UFMG, 1999.54P.

ESQUIVEL J.F. T – Avaliação do Uso de Revestimento Cerâmicos de Fachadas em Edifícios Residenciais Multifamiliares em São Paulo – Dissertação (mestrado) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – USP – São Paulo – 2001.

FRANCO A.L. C – Revestimentos Cerâmicos de Fachada, Composição, Patologias e Técnicas de Aplicação – Monografia (especialização) UFMG- Belo Horizonte – 2008.

FIORITO A.J.S. T – Manual de Argamassas e Revestimentos – 2ª Edição – PINI – 2009.

HOUWINK R – Adhesion and Adhesives – vol. 2 – Amsterdam – 1965.

LOUREIRO A.M. V – O Emprego do método Technology Roadmapping em Adesivos Selantes Aplicados em Construção Civil – Tese (doutorado) Escola de Química UFRJ – Rio de Janeiro – 2010.

LICHTENSTEIN N.B - Patologia das Construções e Procedimentos para Formalização do Diagnóstico de Falhas e Definições de Conduta Adequada a Recuperação de Edifícios – Dissertação (mestrado) – EP USP – São Paulo -1985.

DIAS, L.L – Artigo sobre selantes da CCB – 2012

MARANHÃO F.L – Método para Redução de Manchas nas vedações Externas de Edifícios –Tese (doutorado) EP USP- São Paulo – 2009.

MEDEIROS J. S – Tecnologia e Projeto de Fachada de Edifícios –Tese (doutorado) – EP USP – São Paulo -1999.

MENDES DA SILVA J.A. R –Professor Doutor – Apostila – Universidade de Coimbra – Portugal -2007.

Últimos Anos e a Falta de Qualificação Profissional do Setor (Trabalho publicado) (mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Escola de Engenharia USP – São Paulo - 2007.

RESENDE M.M - Manutenção Preventiva de Revestimentos de Fachadas de Edifícios, Limpeza de Material Cerâmico – Dissertação (mestrado) EP USP – São Paulo – 2004.

RIBEIRO A. F - Especificação de Juntas de Movimentação em Revestimentos Cerâmicos de Fachada de Edifícios: Levantamento do Estado da Arte – Dissertação (mestrado) EP USP – São Paulo – 2006.

SABBATINI. F.H; BARROS M.M.S. B – Metodologia para Controle de Qualidade e Procedimentos para Caracterização dos Materiais Constituintes das Argamassas – PCC / EP USP – São Paulo – 1989.

SELMO Silvia –artigo CSTB – 1980.

SILVESTRE J.D; BRITO J – Inspeção e Diagnósticos de Revestimentos Cerâmicos Aderentes – IST – Universidade Técnica de Lisboa – Portugal -2008.

SILVESTRE J.D; BRITO J ; COLEN I.F – Estratégia de Manutenções pro – activa para Juntas de Revestimento Cerâmico – IST – Portugal.

TERRA R.C – Levantamento das Manifestações Patológicas em Revestimentos Cerâmicos de Edificações da Cidade de Pelotas – Dissertação (mestrado) – UFRS.

UEMOTO R.L – Patologia Danos Causados por Eflorescência- “Tecnologia de Edificações”- IPT – Editora PINI – SP – Brasil -1988 pg. 561 – 564.