

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
PAÔLA FERNANDES CUNHA

PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL:
REVESTIMENTOS CERÂMICOS EM FACHADAS

FORMIGA – MG

2014

PAÓLA FERNANDES CUNHA

PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL:
REVESTIMENTOS CERÂMICOS EM FACHADAS

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Civil do UNIFOR, como requisito
parcial para obtenção do título de
bacharel em Engenharia Civil.
Orientadora: Alessandra Cláudia
Cabanelas Silva

FORMIGA – MG

2014

C512 Cunha, Paôla Fernandes.
Patologias na construção civil: revestimentos cerâmicos em fachadas /
Paôla Fernandes Cunha. – 2014.
51 f.

Orientadora: Alessandra Cláudia Cabanelas Silva.
Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Centro
Universitário de Formiga–UNIFOR - MG, Formiga, 2014.

1. Revestimento cerâmico. 2. Patologia. 3. Fachadas. I. Título.

CDD 698

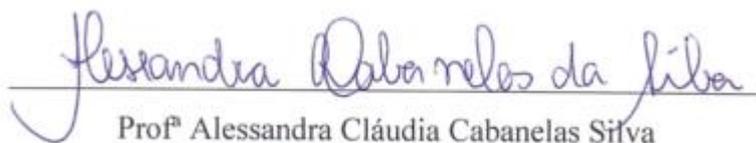
Paola Fernandes Cunha

PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL:
REVESTIMENTOS CERÂMICOS EM FACHADAS

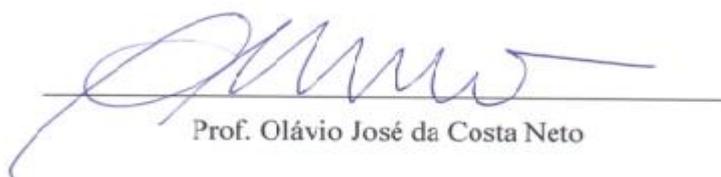
Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Civil do UNIFOR, como requisito
parcial para obtenção do título de
bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Alessandra Cláudia
Cabanelas Silva

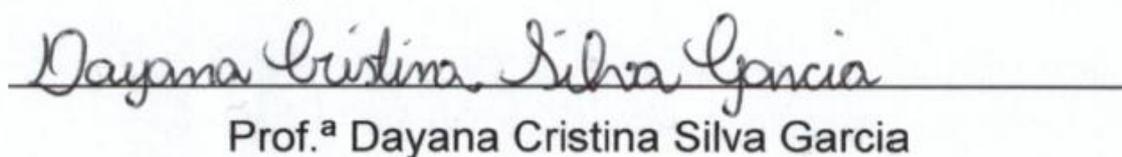
BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Alessandra Cláudia Cabanelas Silva



Prof. Olávio José da Costa Neto



Prof.^a Dayana Cristina Silva Garcia

Formiga, 06 de novembro de 2014.

Dedico este trabalho a Deus,
meus pais: José Marcos e Zilda, aos
meus irmãos: Diego e Stênio pelo amor
incondicional e ao engenheiro civil
Marco Antônio por ser fonte de minha
inspiração.

AGRADECIMENTOS

Em especial, a Deus, pelos vários momentos de felicidade em minha vida, pela saúde, fé, coragem e pela minha família.

Aos meus pais, José Marcos e Zilda por serem exemplo de pessoas honestas, justas, que se sacrificaram para me proporcionar esta formação, por me passarem todos os seus valores os quais levarei para toda vida.

Aos meus irmãos, Diego e Stênio, sempre amorosos e dispostos a ajudar, a descontrair e levantar o astral em todos os momentos.

Ao engenheiro civil Marco Antônio por mostrar como ser uma excelente profissional, por ser fonte de minha inspiração e pelo seu carinho.

A todos os meus colegas de Faculdade, em especial a Lívia Terra, Rafaela Amanda e Leandro Alvarenga pelos tantos momentos de estudo, companheirismo e felicidade que passamos juntos durante esta jornada.

A minha orientadora, Alessandra Cabanelas, pela sua dedicação e paciência disposta na realização deste estudo.

À engenheira Cármen Chaves e ao engenheiro Osmar Messias por me mostrarem quão maravilhosa é a vida de um engenheiro.

RESUMO

Este trabalho apresenta os principais tipos de patologia em revestimento cerâmico de fachadas. 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. As causas e origens são diversas e é de extrema dificuldade apontar somente uma origem ou causa para estas ocorrências. Na maioria dos casos, uma combinação de causas e origens pode ser a responsável pelo surgimento da manifestação patológica. Estas origens podem estar diretamente associadas à indefinições e deficiências do projeto arquitetônico e da falta de um bom e completo projeto de revestimento de fachada de edifícios.

Palavras chave: revestimento cerâmico, patologia, fachadas.

ABSTRACT

This paper presents the main types of pathology in ceramic façade cladding . It starts with the basic definition of Pathology , concepts and different and similar studies of several authors active in the project area facade and building materials . Continues with a history of studies through research , theses and dissertations , as having proposed the concept of diagnosis by trying to show the design and implementation of the service on the jobsite , the fundamental conditions of modern Engineering Buildings . The causes and origins are diverse and it is extremely difficult to point only a source or cause for these events. In most cases , a combination of causes and sources may be responsible for the appearance of pathological manifestations . These sources can be directly associated with uncertainties and deficiencies of architectural design and the lack of a good and thorough design exterior cladding of buildings .

Keywords : ceramic coating , pathology , facades .

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

AC I – Argamassa Colante Tipo I

AC II – Argamassa Colante Tipo II

AC III – Argamassa Colante Tipo III

CM – Centímetro

M – Metro

MM – Milímetro

NBR – Norma Brasileira Registrada.

PVA – Acetato de Polivinila.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Formas de manifestações da Eflorescência	42
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema da fase dos revestimentos	19
Figura 2: Aplicação de chapisco pelo método tradicional.....	20
Figura 3: Aplicação de chapisco pelo método industrializado.....	21
Figura 4: Aplicação de chapisco pelo método rolado.....	21
Figura 5: Tipos de juntas.....	27
Figura 6: Deterioração das juntas.....	37
Figura 7: Destacamento de placas cerâmicas de fachadas.....	39
Figura 8: Fachada com trincas.....	40
Figura 9: Eflorescência no revestimento cerâmico de fachada.....	41

LISTA DE FOTOS

Foto 1: Prédio com descolamento de placas cerâmicas na cidade de Formiga.....	44
Foto 2: Fachada com descolamento de placas cerâmicas na cidade de Formiga	44
Foto 3: Prédio com destacamento de placas cerâmicas na cidade de Arcos.....	46
Foto 4: Fachada com destacamento de placas cerâmicas na cidade de Arcos.....	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	OBJETIVOS.....	16
2.1	OBJETIVOS GERAIS.....	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3	JUSTIFICATIVA.....	17
4	REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADAS.....	18
4.1	CONTEXTO HISTÓRICO DO SISTEMA NO BRASIL.....	18
4.2	COMPONENTES DO SISTEMA.....	18
4.2.1	<i>Base ou substrato</i>	<i>19</i>
4.2.2	<i>Chapisco.....</i>	<i>19</i>
4.2.2.1	Método tradicional.....	20
4.2.2.2	Método industrializado.....	20
4.2.2.3	Método Rolado	21
4.2.3	<i>Emboço</i>	<i>22</i>
4.3	TIPOS DE ASSENTAMENTOS.....	23
4.3.1	<i>Argamassa Tradicional.....</i>	<i>23</i>
4.3.2	<i>Argamassa Colante.....</i>	<i>23</i>
4.4	PLACAS CERÂMICAS.....	24
4.5	TIPO DE JUNTAS E REJUNTAMENTO.....	26
4.5.1	<i>Juntas estruturais.....</i>	<i>27</i>
4.5.2	<i>Juntas de assentamento.....</i>	<i>27</i>
4.5.3	<i>Juntas de movimentação.....</i>	<i>28</i>
4.5.4	<i>Juntas de dessolidarização.....</i>	<i>28</i>
4.5.5	<i>Rejuntamento.....</i>	<i>29</i>
5	ETAPAS DO PROCESSO REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADAS.....	31
5.1	PROJETOS.....	31
5.2	EXECUÇÃO.....	32
5.3	MANUTENÇÃO.....	33

6	PRINCIPAIS PATOLOGIAS EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS DE FACHADAS.....	35
6.1	ORIGENS DAS PATOLOGIAS.....	35
6.1.1	<i>Congênitas.....</i>	<i>35</i>
6.1.2	<i>Construtiva.....</i>	<i>35</i>
6.1.3	<i>Adquiridas.....</i>	<i>36</i>
6.1.4	<i>Acidentais.....</i>	<i>36</i>
6.2	TIPOS DE PATOLOGIAS.....	36
6.2.1	<i>Deterioração das juntas.....</i>	<i>36</i>
6.2.2	<i>Gretamento.....</i>	<i>37</i>
6.2.3	<i>Destacamentos ou deslocamentos.....</i>	<i>38</i>
6.2.4	<i>Trincas e fissuras.....</i>	<i>39</i>
6.2.5	<i>Eflorescência.....</i>	<i>40</i>
7	ESTUDO DE CASO.....	43
7.1	APRESENTAÇÃO.....	43
7.1.1	<i>Edifício A.....</i>	<i>43</i>
7.1.1.1	<i>Resultado e Discursões.....</i>	<i>45</i>
7.1.2	<i>Edifício B.....</i>	<i>45</i>
7.1.2.1	<i>Resultados e Discursões.....</i>	<i>47</i>
7.2	RECOMENDAÇÕES.....	47
8	CONCLUSÕES.....	49
	REFERÊNCIAS.....	50

1 INTRODUÇÃO

Os revestimentos cerâmicos estão sendo cada vez mais utilizados para revestir as fachadas das edificações, não apenas para fins estéticos ou deixá-los com um aspecto agradável, mas também por aumentar a durabilidade, valorização e eficiência.

Estes devem atender as propriedades para os fins o qual se destinam que são proteção e vedações de edificações contra ações de agentes externos agressivos. Porém é comum observar que não são devidamente planejados, com ausência da elaboração de projetos específicos, detalhamento de especificações, propriedade de materiais, normatizações, juntas de dilatações, metodologia de execução e conciliação com outros elementos da fachada. A deficiência na execução, as características dos materiais e componentes da edificação, também são parâmetros relevantes.

Aliado a isto se observa falhas devido à falta de controle, na seleção de recebimento de materiais, na preparação da argamassa de assentamento, na execução dos serviços de assentamento e acabamento final, ocasionando, portanto as patologias.

O presente trabalho tem por finalidade apresentar as patologias mais comuns em edificações nos revestimentos cerâmicos de fachadas, bem como suas causas e procedimentos mais utilizados em suas revitalizações.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

O presente trabalho tem por objetivo principal identificar e compreender as frequentes manifestações patológicas ocorrentes nos revestimentos cerâmicos de fachadas.

2.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos, serão apresentados dois itens neste trabalho:

- Pesquisar e descrever as melhores técnicas e procedimentos na execução de fachadas;
- Execução de projetos específicos;
- Os materiais empregados, equipamentos e ferramentas adequadas para assentamento dos revestimentos;
- Apresentar 01 ou mais estudos de casos sobre patologias em fachadas.

3 JUSTIFICATIVA

Os revestimentos cerâmicos possuem inúmeras vantagens em relação aos demais revestimentos tradicionais, como argamassas decorativas, tijolos aparentes, pinturas, placas pétreas, onde se destacam pela maior durabilidade, valorização estética, facilidade de limpeza, possibilidades de composição harmônica, maior resistência a penetração de água, conforto térmico e acústico da fachada e valorização econômica do empreendimento.

Embora sejam largamente utilizados em nosso país e em praticamente todo o mundo, os revestimentos cerâmicos ainda pedem muitas melhorias e evolução tecnológica, notadamente no que diz respeito à tecnologia de produção de fachadas. A grande incidência de patologias atesta esta necessidade.

Nota-se, cada vez mais a ocorrência de patologias em revestimentos cerâmicos em fachadas, e que os clientes estão buscando outras alternativas, pois os revestimentos que eram para possuir durabilidade, resistência entre muitos outros fatores estão se tornando uma escolha não muito confiável.

Existem Normas Brasileiras que estabelecem condições mínimas de qualidade tanto para produção quanto para utilização dos elementos do sistema de revestimento cerâmico. Porém, na prática, estas normas não são consideradas e muitas vezes são até desconhecidas pelos profissionais responsáveis pela execução dos revestimentos cerâmicos de fachadas.

Mas o seu desempenho só é obtido satisfatoriamente quando o sistema formado pelo conjunto de camadas que compõem o revestimento cumpre 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.

4 REVESTIMENTO CERÂMICO EM FACHADAS

4.1 Contexto histórico do sistema no Brasil

Há controvérsias com relação à origem dos primeiros revestimentos cerâmicos chegados ao Brasil. Sabe-se que no século XVII, azulejos em estilo barroco, começaram a ser encomendados de Lisboa. Estes eram trazidos em forma de painéis e serviam apenas como material decorativo. Retravam cenas da paisagem, do cotidiano da metrópole divulgando o modo de vida dos portugueses ou cenas bíblica, ajudando inclusive nas aulas de catequese. (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO).

Do mesmo modo que Portugal, no Brasil o revestimento cerâmico tinha um alto custo, sendo aplicado, em sua maioria nos interiores. De forma gradual começa a ser utilizado em pátios, jardim e por fim no final do século XVIII, se expande para as fachadas. (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO).

No início, as fachadas eram revestidas por cerâmica com motivos climáticos, devido suas qualidades antitérmicas e durabilidade. Juntamente com a conservação oferecida por este material, as pessoas descobriram a beleza proporcionada por ele e seu uso se difundiu pelo país, principalmente no norte, nordeste e Rio de Janeiro. (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO).

O Brasil, atualmente é um grande produtor de revestimento cerâmico. A cada dia a qualidade e variedade desse material aumentam. Na mesma medida cresce a utilização da cerâmica no Brasil para revestir pisos e paredes de todos os espaços internos da casa assim como espaços externos. Exemplo disso são as fachadas dos edifícios que não se intimidam em apresentar-se revestidas por cerâmicas de tipos e formatos variados, lisas ou não e em suas multicores. (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO).

4.2 Componentes do sistema

Analisando a execução do sistema revestimento cerâmico nota-se que o mesmo é composto dos seguintes componentes: substrato ou base, camada de regularização ou emboço, camada de fixação, revestimento cerâmico, rejuntas e juntas. (Fig.1).

Figura 1: Esquema da fase dos revestimentos



Fonte: Composição do sistema de revestimento (PEDRO, 2002).

4.2.1 Base ou substrato

Para iniciar a execução do sistema é necessário que se faça a preparação da base ou substrato, que é de suma importância, pois ela dará sustentação ao revestimento.

É o componente da obra de sustentação dos revestimentos, composta de alvenaria de blocos cerâmicos ou de concreto, e pelos elementos da estrutura de concreto (pilares, vigas, etc.). (PADILHA JR. et al., 2007).

Sua correta execução resultará em uma estrutura resistente a qual cumprirá seu importante papel de influência e desempenho nos revestimentos.

4.2.2 Chapisco

Após a preparação da base ou substrato é necessário que se faça o chapisco, sendo a primeira camada que a alvenaria irá receber.

Camada que serve de elemento de ligação entre o revestimento e o substrato, deixando sua superfície mais áspera e sua função é cobrir e uniformizar a absorção da base e melhorar a aderência do revestimento.

Segundo Carasek (2007) o chapisco é definido como a camada de preparo da base, aplicada de forma contínua ou descontínua, com a finalidade de uniformizar a superfície quanto à absorção e melhorar a aderência do revestimento.

Segundo a NBR 13.755 (ABNT, 1996) é recomendado a utilização de traço de 1:3 em volume de cimento e areia grossa lavada, com consistência fluida.

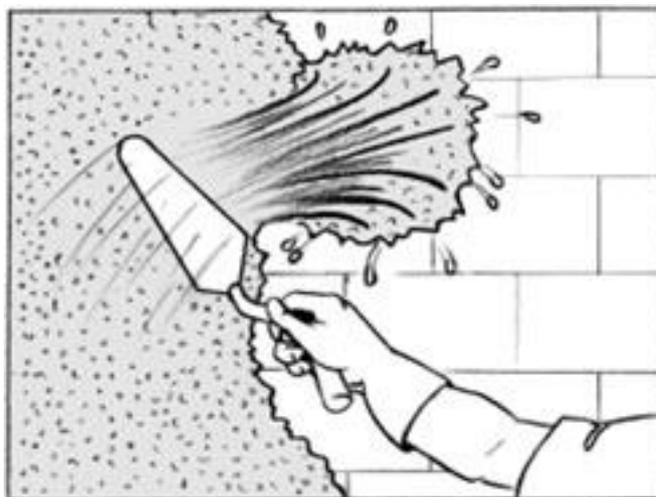
Contudo com sua correta aplicação, o chapisco tem por objetivo melhorar a capacidade aderente da base à primeira camada do revestimento, vinculada à baixa capacidade de aderência da base e capacidade de sucção incompatíveis com uma boa colagem.

O chapisco pode ser aplicado de três maneiras diferentes, em função das características superficiais da base, como descritos a seguir:

4.2.2.1 Método tradicional

Consiste no lançamento vigoroso de uma argamassa fluida sobre a base com uma colher de pedreiro. A textura final é rugosa, aderente e resistente. Esta argamassa fluida é produzida com cimento e areia grossa em proporções que variam de 1:3 e 1:5, em função das características do agregado utilizado e da superfície chapiscada. (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO). (Fig.2).

Figura 2: Aplicação de chapisco pelo método tradicional

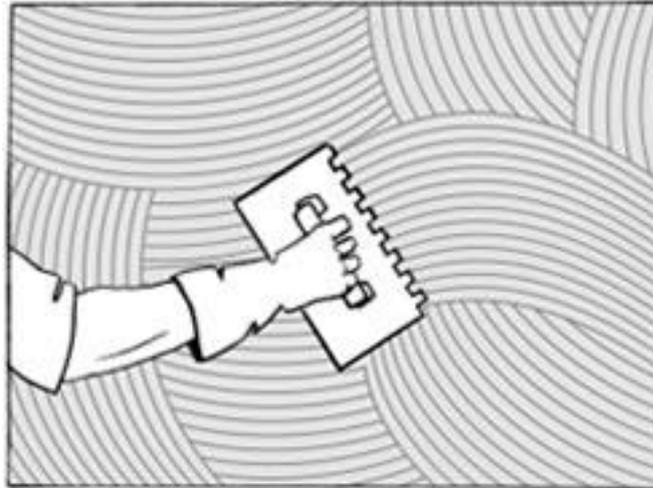


Fonte: Comunidade da Construção

4.2.2.2 Método industrializado

Usualmente aplicado sobre a estrutura de concreto, este tipo de chapisco é feito com uma argamassa industrializada específica para este fim, sendo necessário acrescentar somente água. É aplicado com desempenadeira dentada. (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO). (Fig.3).

Figura 3: Aplicação de chapisco pelo método industrializado

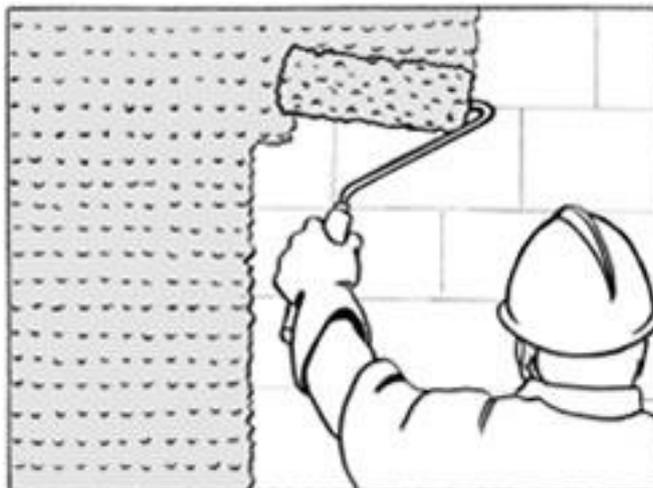


Fonte: Comunidade da Construção

4.2.2.3 Método Rolado

Feito com uma argamassa fluida obtida por meio da mistura cimento e areia, com adição de água e aditivo na base acetato de polivinílica (PVA). Pode ser aplicada tanto na estrutura, como na alvenaria, usando-se rolo para textura acrílica. A parte líquida deve ser misturada aos sólidos até obter consistência de “sopa”. Seu uso em fachadas é pouco comum sendo mais usado em revestimentos internos. (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO). (Fig.4).

Figura 4: Aplicação de chapisco pelo método rolado



Fonte: Comunidade da Construção

4.2.3 Emboço

Logo após a preparação da base ou substrato e ter chapiscado, deve-se emboçar o sistema, que será a segunda camada que o sistema revestimento irá receber.

Segundo Carasek (2007), o emboço é a camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a base, propiciando uma superfície que permita receber outra camada de reboco ou de revestimento decorativo.

Segundo a NBR 13.755 (ABNT, 1996) é recomendado a utilização do traço em volumes aparentes variando de 1:1/2:5 a 1:2:8 de cimento, cal hidratada e areia média úmida, respectivamente.

De acordo com Barros, Sabbatini e Lordsleen Junior ¹ (1998, apud ROSCOE, 2008, p.24) a argamassa de emboço deve apresentar várias propriedades com o objetivo de atender aos esforços aos quais estará sujeita durante seu uso e citam: trabalhabilidade, aderência, durabilidade, resistência mecânica e capacidade de absorver deformações. Sendo algumas delas detalhadas abaixo:

- **Trabalhabilidade:** É subjetiva, pois sua verificação é feita de acordo com a experiência do aplicador. Na aplicação da argamassa, o aplicador determina a quantidade de água a ser utilizada. As características físicas dos agregados também influenciam nesta propriedade, principalmente a granulometria. Uma boa trabalhabilidade facilita a penetração da argamassa nas reentrâncias da base;
- **Aderência:** é a capacidade resistente do conjunto aos esforços de tração e cisalhamento. Interferem nessa propriedade a trabalhabilidade e técnicas de aplicação, as características da base e as suas condições de limpeza durante a produção;
- **Resistência mecânica e a capacidade de absorver deformações:** são analisadas de forma associada, pois, embora sejam ambas desejáveis, são inversamente proporcionais. A capacidade de absorver deformações é importante para todas as camadas que compõem o revestimento, sobretudo externo, pois a edificação está sujeita às mais diferentes solicitações, tanto de origem térmica como hidráulica, as quais podem gerar movimentações diferentes entre os componentes;
- **Durabilidade:** depende de todas as propriedades.

¹ BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H.; JUNIOR, A. C. **Recomendações para a produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria.** Projeto EPUSP/SENAI. São Paulo, 1998. 40p.

4.3 Tipos de assentamentos

É a camada de fixação responsável por unir as placas cerâmicas ao substrato. Podem ser utilizadas as argamassas tradicionais de cimento e areia dosadas em obra ou as argamassas adesivas industrializadas que promovem aderência química e mecânica.

Estes materiais devem garantir os requisitos de segurança e durabilidade dos revestimentos cerâmicos estabelecidos no projeto.

4.3.1 Argamassa Tradicional

Para o assentamento do revestimento cerâmico com argamassa convencional, utiliza-se argamassa de cimento e cal, preparada no canteiro de obra apresentando dosagem variável de ligante (areia).

As argamassas tradicionais tem essa aplicação característica em uma camada mais grossa cuja espessura mínima é de 2 cm e chegando em alguns casos a ultrapassar os 20 cm de espessura. Consiste em assentar a placa cerâmica diretamente sobre o substrato, utilizando-se como material de assentamento argamassa de cimento e/ou cal, com dosagens variáveis. Os ligantes hidráulicos ancoram-se mecanicamente na porosidade das placas cerâmicas e no substrato. (PEDRO, E.G et al.,2002).

No assentamento pelo processo tradicional/convencional, emprega-se argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia com traços em volume variando de 1:0,5:4 a 1:2:8. O cimento deve ser misturado à argamassa de cal e areia já previamente preparada. Iniciar a colocação, assentando uma peça cerâmica junto a cada canto superior da parede. Sobre a régua em nível assentar uma peça cerâmica em cada extremidade da parede, apurando as faces e as arestas verticais, tomando como referência as peças assentadas na parte superior da parede. Esticar uma linha faceando a aresta superior das peças cerâmicas e completar a fiada guiando-se pela linha. (PEDRO, E.G et al.,2002,p.29).

4.3.2 Argamassa Colante

As argamassas colantes são geralmente constituídas por cimento, areia e aditivos retentores de água, em alguns casos, polímeros que dão maiores resistência de aderência e flexibilidade.

As argamassas colantes também chamadas de argamassas adesivas ou cimento colante são produtos industrializados vendidos em embalagens apropriadas, na forma de pó, formada por uma mistura de aglomerante hidráulico, agregados minerais e aditivos à qual deve ser acrescentada apenas água, formando uma pasta viscosa, plástica e aderente. (PEDRO, E.G et al.,2002,p.29).

Segundo Roscoe (2008), hoje em dia as argamassas adesivas são os materiais mais empregados para a execução de revestimentos cerâmicos de fachadas. A principal vantagem desta argamassa reside basicamente no uso de camada fina no assentamento, permitindo a racionalização da execução e redução de custos. Além de simplificar a técnica de colocação das placas cerâmicas, dissociando os serviços de regularização do serviço de acabamento superficial, o uso adequado da argamassa adesiva proporciona as seguintes principais vantagens:

- Maior produtividade no assentamento;
- Manutenção das características dos materiais;
- Maior uniformização do serviço;
- Facilidade de controle;
- Menor consumo de material;
- Maior possibilidade de adequação às necessidades de projeto;
- Grande potencial de aderência .

Segundo a NBR 14.081 (ABNT, 1998), as argamassas adesivas foram normalizadas e classificadas em quatro tipos:

- **Argamassa Colante Industrializada-AC I:** Argamassa colante industrializada com características de resistência às solicitações mecânicas e termo-higrométricas típicas de revestimentos internos, com exceção daqueles aplicados em saunas, churrasqueiras, estufas e outros revestimentos especiais.
- **Argamassa Colante Industrializada - AC II:** Argamassa colante industrializada com características de adesividade que permitem absorver os esforços existentes em revestimentos de pisos e paredes internos e externos decorrentes de ciclos termoigrométrica e a ação do vento e chuva, e da ação de cargas como as decorrentes de movimento de pedestres em áreas públicas.
- **Argamassa Colante Industrializada-AC III:** Argamassa colante industrializada que apresenta propriedades de modo a resistir a altas tensões de cisalhamento nas interfaces e a placa cerâmica, juntamente com uma aderência superior entre interfaces em relação às argamassas dos tipos I e II. Utilizadas em saunas, piscinas, estufas e ambientes similares.
- **Argamassa Colante Industrializada – Tipo E:** Argamassa colante industrializada do tipo I, II e III, com tempo em aberto estendido.

4.4 Placas cerâmicas

As placas cerâmicas são elementos construtivos em que duas dimensões são bem maiores que a terceira. O comprimento e largura são predominantes em relação a sua

espessura. A principal finalidade da utilização de placa cerâmica para revestimento é a proteção do substrato onde ela é assentada, contribuindo de forma significativa para a não insalubridade dos ambientes, devido a impermeabilidade de seu esmalte. (ROSCOE, 2008).

Segundo a NBR 13.816 (ANBT, 1997), placa cerâmica para revestimento é definida como sendo um material composto por argila e outras matérias-primas inorgânicas, geralmente utilizadas para revestir pisos e paredes, sendo formada por extrusão ou por prensagem, podendo também ser conformada por outros processos, e queimadas a altas temperaturas. Após secagem e queima a temperaturas entre 1000°C e 1200°C, a placa cerâmica adquire propriedades físicas, mecânicas e químicas.

Segundo Roscoe (2008), as principais propriedades são: dureza, rigidez, fragilidade e inércia. A dureza resulta de estruturas vitrificadas que se formam durante a queima, com alto grau de compacidade e coesão interna, resultando na força responsável pela resistência mecânica do material. A rigidez e a resistência da placa cerâmica a deformação, quando submetida a esforços. Sujeita a esforços, a placa cerâmica pode quebrar sem deformação previa, resultando daí sua fragilidade, que deve ser considerada como uma propriedade da placa.

Segundo a Revista Showroom ² (2001, apud ROSCOE, 2008, p.30) as principais vantagens das placas cerâmicas são:

- Facilidade de limpar, reduzindo o custo de manutenção, por dispensar procedimentos complicados e caros;
- Antiinflamável: não propaga fogo, como outros materiais de acabamento (carpetes e madeira, por exemplo). Trata-se, portanto, de um material que oferece segurança;
- Durabilidade: sua composição química estável permite um longo tempo de uso, sem que suas características técnicas ou estéticas se alterem
- Possui elevada impermeabilidade;
- Possui baixa higroscopicidade;
- Propicia excelente isolamento;
- O custo final do sistema de revestimento cerâmico é compatível com os benefícios
- Beleza estética: a cerâmica evoluiu muito nos últimos anos, no campo do design, desenvolvendo novos produtos, cada vez mais adequados ao bom gosto dos usuários;

² REVISTA SHOWROOM. **Guia geral de cerâmica e assentamento 2001**. 53. ed. Edição especial. São Paulo, 80p, abr. 2001.

- Versatilidade: a evolução da tecnologia produtiva e o avanço do “design” permitiram a criação de coleções voltadas para diversos usos.

4.5 Tipo de juntas e rejuntamento

Antes de iniciar a execução do revestimento, uma das tarefas obrigatórias é o planejamento das juntas. O projeto das juntas deve levar em conta os tipos de juntas, posicionamento, largura e material que devem preenchê-las. (ALMEIDA, 2012).

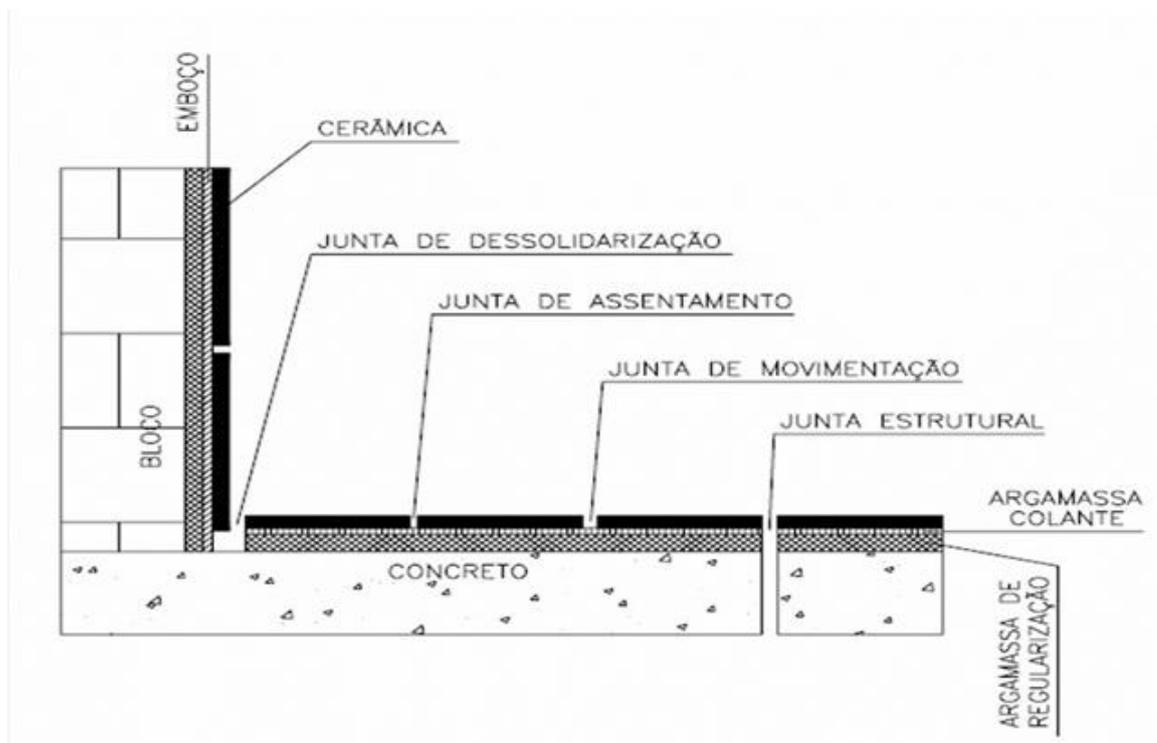
Em revestimentos de fachadas, sua função principal é de minimizar a propagação de esforços aos sistemas com os quais se relaciona (estrutura, vedo, revestimento), controlando as tensões introduzidas neste sistema. O emprego deste detalhe construtivo objetiva tornar possível que as camadas de revestimentos se movimentem, evitando patologias, tais como a fissuração e o destacamento. (RIBEIRO, 2006).

As juntas de movimentação são normalmente mais largas do que as de assentamento, projetadas para aliviar tensões geradas por movimentações da parede e do próprio revestimento devido às variações de temperatura e umidade ou por deformações lentas do concreto da estrutura revestida. (BAUER, Falcão L.A, 2000, p.950).

Ainda segundo Bauer (2000), a ausência ou a aplicação errada de juntas de movimentação tem levado a um grande número de patologias. Geralmente não são previstas nos projetos e quando realizadas após o término da obra são empregados materiais e métodos inadequados. Entre as principais causas para o aparecimento de patologias estão:

- Falta ou falhas nos projetos de revestimento, onde deve estar inserido o local de execução das juntas, o fator de forma adequado para a obra e o produto em questão, definindo profundidade e largura das juntas.
- Falha na aplicação ou aplicação sobre uma base ou argamassa deteriorada, o que não resultará em um sistema eficiente, ou aplicação sem a consulta ao fabricante do selante, ocorrendo formação de bolhas e, até adesão do selante o fundo da junta, fazendo a junta perder sua função de deformabilidade.
- Falta de desempenho adequado do material de enchimento e do selante, que pode enrijecer e craquear ao longo do tempo ou provocar manchas nas placas cerâmicas.
- Ausência de manutenção preventiva, para reparo ou troca de selantes.

Figura 5: Tipos de juntas



Fonte: Comunidade da Construção

4.5.1 Juntas estruturais

São aquelas já existentes na estrutura de concreto. Na mesma posição onde estiverem devem ser mantidas e com mesma largura, em todas as camadas que constituem o revestimento. (ALMEIDA, 2012).

Segundo Roscoe (2008), juntas estruturais é o espaço cuja função é aliviar tensões provocadas pela movimentação da estrutura da obra. Devem ser respeitadas em posição e largura, em toda espessura do revestimento.

4.5.2 Juntas de assentamento

Juntas de assentamento são os espaços regulares existentes entre duas placas cerâmicas. Estas devem absorver parte das deformações do revestimento cerâmico garantindo o perfeito preenchimento e estanqueidade e facilitar troca de peças cerâmicas favorecendo a parte estética da obra. (ROSCOE, 2008).

Segundo Roscoe (2008), as larguras das juntas de assentamento devem ser apropriadas para cada tipo de placa cerâmica e local de uso interno ou externo. Assim, recomenda-se as seguintes larguras de juntas de assentamento para pisos e paredes:

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

4.5.3 Juntas de movimentação

Juntas de movimentações são aquelas que o espaço regular define as divisões da superfície revestida com placas cerâmicas. Estas devem permitir o alívio de tensões originadas pela movimentação da base onde o revestimento é aplicado ou pela própria expansão das placas. (ROSCOE, 2008).

Segundo a NBR 13.755 (ABNT, 1996), em fachadas devem ser executadas juntas de movimentação horizontais e verticais como segue:

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

As juntas de movimentação deverão ter largura de 8 a 12 mm, devendo se estender desde a superfície da base (alvenaria, concreto armado) até a face externa do revestimento cerâmico.

4.5.4 Juntas de dessolidarização

Juntas de dessolidarização são aquelas que o espaço regular tem por função subdividir o revestimento do piso, para aliviar tensões provocadas pelas movimentações da base ou do próprio revestimento. (ROSCOE, 2008).

Em fachadas devem ser executadas juntas de dessolidarização verticais, nas mudanças de direções do plano do revestimento, no encontro da área revestida com pisos e forros, colunas, vigas ou com outros tipos de revestimentos, em como onde houver mudança de materiais que compõem a estrutura-suporte de concreto para alvenaria. (NBR 13.755, ABNT, 1996).

4.5.5 Rejuntamento

É o processo para o preenchimento das juntas executivas resultantes de assentamento de peças cerâmicas, na parede ou no piso com a função de impermeabilizar as laterais das peças cerâmicas. Onde são utilizados materiais à base de cimento portland cinza ou branco.

O rejuntamento deve ser iniciado no mínimo após três dias de seu assentamento, devendo ser realizado o preenchimento prévio das reentrâncias do tardo (face da placa que fica em contato com a argamassa de assentamento) das placas cerâmicas com argamassa colante. (NBR 13.755, ABNT, 1996).

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

- A argamassa de rejuntamento apresenta baixa resistência a ácidos e álcalis, não impermeável e quando usada em áreas externas ou úmidas recomenda-se o uso de camadas protetoras e hidro-repelentes, com a finalidade de deixa-las impermeáveis. (ROSCOE, 2008, p.43).

Apresentam excelente resistência e comportamento frente a variações térmicas entre 20° C e 150° C. Podem ser utilizados em pisos e revestimentos de indústrias alimentícias, frigoríficos, laticínios e outros. (ROSCOE, 2008).

Segundo Roscoe (2008), as variações das argamassas de rejuntamento a base de resinas epoxidicas, adicionadas com pigmentos fixadores de cores que embora com

menor resistência química, resulta em um rejuntamento impermeável, de excelente acabamento liso e fácil de limpar e proporciona higiene impecável com grande beleza. É ideal para áreas úmidas, como banheiros, saunas, piscinas, cozinhas e hospitais por ser resistente as eflorescências, fungos, bactérias e outros agentes contaminantes, constituindo-se na mais moderna e eficiente argamassa de rejuntamento do Brasil.

Segundo Roscoe (2008), as argamassas de rejuntamento a base de resinas furanicas são compostos misturados industrialmente de resinas furanicas, cargas minerais, aditivos e agentes de cura (endurecedores). Possuem excelente resistência química e as variação de temperatura (entre 20° e 150°) e podem ser utilizados em juntas de assentamento em pisos e revestimentos de laboratórios, salas de galvanização, tanques de decapagens, laticínios, frigoríficos, indústrias alimentícias e de bebidas.

Segundo Roscoe (2008), as argamassas de rejuntamento para as juntas de movimentação, estruturais ou de dessolidarização são compostos a base de poliuretano, silicone ou polissulfetos, adicionando-se cargas minerais devidamente graduadas, aditivos especiais e às vezes, pigmentos fixadores de cor, quando se tornar desejável uma cor semelhante a cor do rejuntamento da junta de assentamento

- Essas argamassas devem apresentar grande flexibilidade, em torno de 25% de suas dimensões, para absorverem esforços resultantes das tensões do sistema de revestimento cerâmico. Também devem ser impermeáveis, laváveis, resistentes a intempéries e ter grande aderência. (ROSCOE, 2008, p.44).

Durante muito tempo, utilizou-se cimento branco para o rejuntamento das juntas de assentamento, apresentando grandes inconvenientes, como trincas, infiltrações, formação de mofos, desagregação, entre outros, servindo apenas como massa tapa buracos. (ROSCOE, 2008).

As argamassas de rejuntamento industrializadas e de boa qualidade apresentam grandes vantagens, como bons níveis de elasticidade, maior resistência à absorção de água, baixa retração por secagem, maior resistência a formação de fungos, alta adesividade, maior lavabilidade, cores mais firmes, entre outras, embelezando e valorizando o revestimento cerâmico, além de garantirem maior estabilidade para o sistema.

5 ETAPAS DO PROCESSO REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADAS

O processo revestimento consiste em três etapas, as quais são: projeto, execução e manutenção.

5.1 Projetos

A primeira etapa de qualquer empreendimento deve ser a elaboração de um projeto, pois o custo final de uma atividade realizada sem planejamentos é superior a uma atividade adequadamente planejada.

Na maioria das vezes, o revestimento cerâmico é entendido apenas como estética, não havendo em seus projetos especificações e detalhamentos adequados.

Deve-se levar em conta a necessidade da elaboração de um projeto que contenha todas as informações e parâmetros necessários para que se exerça total domínio sobre a execução do revestimento cerâmico.

Neste projeto deve conter os equipamentos, os materiais, as técnicas e os tipos de mão de obra a ser empregados, assim como os procedimentos de controle de qualidade a ser empregado.

É indispensável e extremamente importante os detalhamentos dos projetos, relacionados à resistência mecânica, resistência de aderência, estanqueidade e para otimização dos serviços de execução, assim evitando desperdício de materiais e otimizando a produtividade, aumentando assim o nível de qualidade dos serviços.

Nos projetos serão definidos as características, as propriedades natureza e desempenho dos materiais, por meio das identificações das solicitações a que estarão submetidos.

O projeto de assentamento é muito importante para as fachadas revestidas por cerâmica, devendo considerar as juntas de movimentação no máximo a cada 03 metros na horizontal e 06 metros na vertical, levando em conta as interfaces com elementos como vigas, caixilhos, varandas ou outros materiais usados no revestimento. (ROSCOE, 2008, p.46).

Detalhes construtivos, como pingadeiras, molduras, cimalthas, peitoris e frisos devem ser cuidadosamente projetados, visando dissipar concentrações de água que escorrem pela fachada quando chove. As superfícies horizontais devem ter inclinação de pelo menos 1%, de modo que a água verta para o exterior. E recomendável que o peitoril ressalte do pano da fachada pelo menos 25 mm,

tenha caimento entre 8 e 10% e que sua face inferior seja provida de pingadeira. (ROSCOE, 2008, p.46).

O sistema de revestimento cerâmico é formado por diversas camadas, onde cada um de seus elementos possui comportamento específico que devem formar um grupo estável unido por coesão.

5.2 Execução

Na fase de execução deve-se seguir cuidadosamente o projeto executivo, interpretando-o e analisando todos os detalhes.

Segundo a NBR 13.755(ABNT, 1996), para pisos externos, paredes externas e fachadas, recomenda-se a execução quando a temperatura estiver compreendida entre 5°C e 40°C e a temperatura do componente do sistema revestimento cerâmico estiver entre 5°C e 27°C. Quando por incidência do Sol, a temperatura da base estiver acima de 27°C. Deve-se umedecê-la levemente, com cuidado para não saturá-la.

É interessante que o emboço tenha sido executado sobre alvenaria chapiscada, para melhorar a aderência do sistema ao substrato. O tempo mínimo recomendado para cura do emboço é de 14 dias, sendo que algumas publicações recomendam 28 dias. É importante salientar que um maior tempo entre estas etapas garante menor susceptibilidade aos descolamentos por retração hidráulica. O emboço também deve se apresentar seco, isento de poeira, fuligem, barro, substâncias gordurosas, graxas, eflorescências e outros elementos estranhos que possam prejudicar a aderência da argamassa colante. A espessura do emboço não deverá exceder 25 mm, o que evita descolamentos. (ROSCOE, 2008).

Segundo Roscoe (2008), a argamassa colante deve ser aplicada com desempenadeira metálica dentada, estendendo-a na parede com o lado liso e em seguida frisando-a. Desempenadeiras com os dentes gastos devem ser substituídas.

É importante que, após sua mistura, as argamassas colantes e de rejuntas sejam totalmente utilizadas num período inferior a 02h30min. Não se devem aproveitar restos de argamassas que caem no chão, remisturando-a. (ROSCOE, 2008).

É importante definir o posicionamento das juntas de movimentação e de dessolidarização. A NBR 13.755(1996) recomenda execução de juntas horizontais de movimentação espaçadas a cada 3 metros ou a cada pé direito, na região de encunhamento da alvenaria. E as juntas verticais espaçadas a cada 6 metros.

O rejuntamento deve ocorrer no mínimo após 3 dias do assentamento das placas. Devendo as juntas estar umedecidas e isentas de sujeiras. É aplicada com desempenadeira de borracha, em movimento diagonal às juntas. Para o acabamento, as juntas devem ser frisadas com mangueira ou ferro redondo. Devendo limpar o excesso com esponja ou pano úmido, após 15 minutos. E após 15 minutos limpar novamente com pano seco. (ROSCOE,2008,p.48).

Segundo Roscoe (2008), na fase de execução deve-se usar os seguintes utensílios e ferramentas: régua de pedreiro, mangueira para nível ,prumo ,nível de bolha, cortadores manual e mecânicos de placas cerâmicas, colher de pedreiro,ponteiro,martelo de borracha , linha de nylon, desempenadeira dentada de 6 mm e 8 mm, lápis de carpinteiro ,desempenadeira de borracha, prego de aço ,furadeira ,metro ,balde plástico ,recipiente de plástico ou metal ,broxa ,vassoura ,espátula plástica.

Para que o revestimento cerâmico de fachada seja de qualidade é necessário um conjunto de fatores que envolvem a correta especificação de todos os componentes do sistema, excelente projeto de assentamento, base adequada, mão de obra qualificada, supervisão técnica durante toda a execução e atendimento às normas técnicas de todos os processos.

5.3 Manutenção

Segundo Roscoe (2008), manutenção é o ato de preservar ou recuperar as condições adequadas de uma edificação, para seu uso e desempenho previsto em seus projetos. Fazendo parte as inspeções, ações preventivas, reabilitação e conservação.

A prática mostra que para reparar os danos de uma edificação fica muito mais caro que fazer as medidas preventivas. Assim, deve-se ter um plano de manutenção consistente, prevendo a periodicidade de vistorias e intervenções preventivas. Devendo levar em conta o envelhecimento natural dos materiais, padrões de manutenção exigidos, disponibilidade financeiras e escala de prioridades. (ROSCOE, 2008).

Segundo Roscoe (2008), as vistorias visuais podem ser intercaladas com as instrumentadas, ou seja, aquelas em que se realizam alguns ensaios para aferição do estado dos materiais ou da estrutura.

Deve-se observar sempre o desgaste natural, avaliar a periodicidade de intervenções para garantia e interferência do seu desempenho, pois a manutenção coincide com a vida útil do revestimento.

De acordo com as recomendações do Centro Cerâmico Brasileiro, as fachadas devem ser lavadas a cada dois anos, com hidro jateamento. No processo, não se deve usar

produto químico, sobretudo o que tenha ácido que degrada o revestimento e camadas internas. A pressão da lavadora não pode exceder 1000 libras por polegada quadrada. Além da lavagem, devem-se aplicar biocidas, para eliminar fungos, e produto repelentes a água no rejuntamento. (ROSCOE, 2008).

A manutenção é uma etapa muito importante, a qual irá aumentar o tempo de durabilidade do revestimento cerâmico de fachadas, deixando-o com aspecto agradável e bonito.

6 PRINCIPAIS PATOLOGIAS EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS DE FACHADAS

As patologias são evidenciadas por alguns sinais que, embora muitas vezes apareçam em alguns componentes, podem ter origem em outros componentes de revestimento. Quando há destacamento da placa cerâmica, isto não significa necessariamente que o problema foi causado pela própria placa, o problema pode ter sido causado, por exemplo, por falta de treinamento de mão de obra, que não respeitou o tempo em aberto da massa colante. (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO).

6.1 Origens das Patologias

As patologias podem se apresentar de diversas formas. É de fundamental importância o conhecimento da origem da patologia, para então serem diagnosticadas as causas das falhas nos revestimentos.

Suas origens podem ser: congênicas, construtivas, adquiridas e acidentais, como descritas a seguir:

6.1.1 Congênicas

São aquelas originárias da fase de projeto, em função da não observância das normas técnicas, ou de erros e omissões dos profissionais, que resultam em falhas no detalhamento e concepção inadequada dos revestimentos. (ROSCOE, 2008).

6.1.2 Construtivas

Sua origem está relacionada à fase de execução da obra, resultante do emprego de mão-de-obra despreparada, produtos não certificados e ausência de metodologia para assentamento das peças, o que, segundo pesquisas mundiais, também são responsáveis por grande parte de das anomalias em edificações. (ROSCOE, 2008).

6.1.3 Adquiridas

Ocorrem durante a vida útil dos revestimentos, sendo resultado da exposição ao meio em que se inserem, podendo ser naturais, decorrentes da agressividade do meio, ou decorrentes da ação humana, em função de manutenção inadequada ou realização de interferência incorreta nos revestimentos, danificando as camadas e desencadeando um processo patológico. (ROSCOE, 2008).

6.1.4 Acidentais

Caracterizadas pela ocorrência de algum fenômeno atípico, resultado de uma solicitação incomum, como a ação da chuva com ventos de intensidade superior ao normal, recalques e, até mesmo incêndio. Sua ação provoca esforços de natureza imprevisível, especialmente na camada de base e sobre os rejuntas, quando não atinge até mesmo as peças, provocando movimentações que irão desencadear processos patológicos em cadeia. (ROSCOE, 2008).

6.2 Tipos de Patologias

Existem vários tipos de patologias em revestimentos cerâmicos, destacando-se: deterioração das juntas, gretamento, destacamentos ou deslocamentos, trincas e fissuras e eflorescência .

6.2.1 Deterioração das juntas

Este problema, apesar de afetar diretamente as argamassas de preenchimento das juntas de assentamento (rejuntas) e de movimentação, compromete o desempenho dos revestimentos cerâmicos como um todo, já que estes componentes são responsáveis pela estanqueidade do revestimento cerâmico e pela capacidade de absorver deformações. (ROSCOE, 2008).

Os sinais de que está ocorrendo uma deterioração das juntas é a perda de estanqueidade da junta e envelhecimento do material de preenchimento. A perda da

estanqueidade pode iniciar-se logo após a sua execução, através de procedimentos de limpeza inadequados. Estes procedimentos de limpeza podem causar deterioração de parte do material aplicado (uso de ácidos e bases concentrados), que, somados a ataques de agentes atmosféricos agressivos e solicitações mecânicas por movimentações estruturais, podem causar fissuração (ou mesmo trincas), bem como infiltração de água, levando o revestimento ao colapso (destacamento/descolamento). (ROSCOE, 2008).(Fig.6).

Figura 6: Deterioração das juntas



Fonte: COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO

6.2.2 Gretamento

Segundo ROSCOE (2008), o gretamento constitui-se de uma série de aberturas inferiores a 1 mm e que ocorrem na superfície esmaltada das placas, dando a ela uma aparência de teia de aranha.

A expansão por umidade pode ser responsável pelo gretamento das placas cerâmicas para revestimento, quando provoca aumento nas dimensões da sua base, forçando a dilatação do esmalte, material que é menos flexível. Sem absorver a variação de tamanho da placa cerâmica provocada pela expansão por umidade, a camada esmaltada sofre tensões progressivas de tração, originando as fissuras capilares características do gretamento. (ROSCOE, 2008,p.60)

6.2.3 Destacamentos ou deslocamentos

Os destacamentos são caracterizados pela perda de aderência das placas cerâmica do substrato, ou da argamassa colante, quando as tensões surgidas no revestimento cerâmico ultrapassam a capacidade de aderência das ligações entre a placa cerâmica e argamassa colante e/ou emboço. (ROSCOE, 2008).

Esta patologia é considerada a mais séria, pois há uma grande probabilidade de acidentes envolvendo os usuários e os custos para seu reparo.

O primeiro sinal desta patologia é a ocorrência de um som oco nas placas cerâmicas, ou ainda nas áreas em que se observa o estufamento da camada de acabamento, seguido do destacamento destas áreas, que pode ser imediato ou não. Segundo Bauer (1997), os descolamentos podem apresentar extensão variável, sendo que a perda de aderência pode ocorrer de diversas maneiras: por empolamento, em placas ou com pulverulência.

Segundo Roscoe (2008), geralmente estas patologias ocorrem nos primeiros e últimos andares do edifício, devido ao maior nível de tensões observados nestes locais. As causas destes problemas são:

- Instabilidade do suporte, devido a acomodação do edifício como um todo;
- Deformação lenta (fluência) da estrutura de concreto armado;
- Oxidação da armadura de pilares e vigas;
- Excessiva dilatação higroscópica do revestimento cerâmico;
- Variações higrotérmicas e de temperatura;
- Características pouco resilientes dos rejuntas;
- Ausência de detalhes construtivos (contravergas, juntas de dessolidarização,
- Movimentação, assentamento e estrutural;
- Utilização da argamassa colante com um tempo em aberto vencido; ou mau
- Espalhamento da argamassa colante; ou ainda, ausência de dupla colagem, no caso de peças com superfície maior que 400 cm²;
- Assentamento sobre superfície contaminada;
- Especificação incorreta de revestimento cerâmico, especialmente no que se refere a: configuração do tardo (que pode apresentar superfície lisa, sem reentrâncias ou garras); EPU maior do que 0,6 mm/m; absorção de água superior a 6%;

- Imperícia ou negligência da mão-de-obra na execução e/ou controle dos serviços (assentadores, mestres e engenheiros).

Segundo Bauer (1997), o fenômeno da dilatação higroscópica e provocado pela absorção de água, na forma líquida ou de vapor que, ao contrário da simples absorção de água retida apenas nos poros do material, provoca modificações na sua própria estrutura, com aumento de volume.

Embora não haja dados concretos e estudos científicos, nos últimos anos verificaram-se fortes indícios que mostram que a execução de estruturas mais esbeltas e deformáveis de um modo geral, tem influenciado no aumento das solicitações impostas aos revestimentos aderidos. (ROSCOE, 2008).

Tal fenômeno ocorre porque edifícios altos são mais susceptíveis ao encurtamento e sofrem maiores deformações devido ao efeito do vento. Sem contar que as condições de trabalho nos andaimes suspensos são mais severas, dificultando o controle da execução. (Fig.7).

Figura 7: Destacamento de placas cerâmicas em um prédio



Fonte: AECweb

6.2.4 Trincas e fissuras

Segundo ROSCOE (2008), as trincas são rupturas no corpo da placa cerâmica provocadas por esforços mecânicos (ex.: tração axial, compressão axial ou excêntrica,

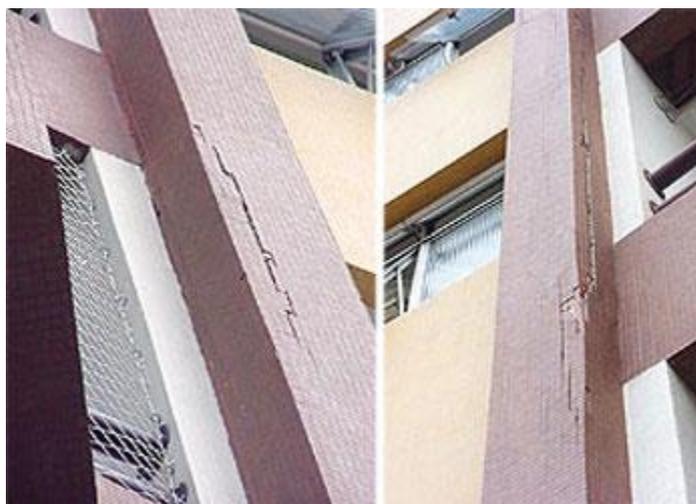
flexão, cisalhamento ou torção), que causam a separação das placas em partes, com aberturas superiores a 1 mm.

A fissura é o rompimento nas placas cerâmicas com abertura inferiores à 1mm e que não causam ruptura total das placas .(ROSCOE ,2008).

Segundo ROSCOE (2008), esta patologias ocorre normalmente pela falta de especificações de juntas de movimentações e detalhes construtivos adequados. A inclusão destes elementos no projeto de revestimento e o uso de argamassa bem dosada ou colante podem evitar o aparecimento destas patologias. (Fig.8).

As fissuras podem aparecer, também, entre o rejunte e a placa cerâmica. Os principais fatores que desencadeiam esta ocorrência são: cura debilitada por condições ambientais agressivas, retração excessiva da argamassa, aplicação do rejunte em juntas com restos de argamassa e/ou sujidades e poeira, utilização de rejunte para junta fina em junta larga e vice-versa, excesso de agua de amassamento, movimentação excessiva do substrato, fadiga do rejunte por ciclos hidrotérmicos. (ROSCOE 2008,p.60).

Figura 8: Fachada com trincas



Fonte: AECweb

6.2.5 Eflorescência

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

O fenômeno resulta da dissolução dos sais presentes na argamassa, ou nos componentes cerâmicos ou provenientes de contaminações externas e seu posterior transporte 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. Se, durante esse transporte, a concentração dos sais na solução aumentar (por perda de água ou aumento da quantidade de sais), eles poderão entrar em processo de cristalização e dar origem ao fenômeno. Ocorrendo superficialmente, essa cristalização dá origem a eflorescência mais amplamente encontrada e visível; se ocorrer internamente ao material, dá origem a cripto-eflorescência, muitas vezes de difícil identificação. (ROSCOE 2008,p.55).(Fig.9).

Figura 9: Eflorescência no revestimento cerâmico em prédio em São Paulo



Fonte: AECweb

As argamassas apresentam grande chance de incorporar sais solúveis em sua composição, em função do componente utilizado em sua produção. Vale enfatizar, também, que a utilização de água inadequada (impura) pode favorecer o aparecimento de problemas desse tipo.(ROSCOE,2008).

Os sais mais comumente encontrados são Na_2SO_4 e K_2SO_4 , já que são provenientes de metais alcalinos que formam compostos bastante solúveis em água. Depois, as formas Na_2CO_3 , NaHCO_3 , K_2CO_3 e KHCO_3 aparecem com menor frequência. Compostos do tipo MgCl_2 , MgSO_4 , CaCO_3 , CaSO_4 e $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ aparecem em terceiro lugar. (ROSCOE ,2008 ,p.56)(Tab. 1).

Tabela 1: Formas de manifestações da Eflorescência

TIPO	LOCAIS DE FORMAÇÃO	CAUSA PROVAVEIS	REPAROS
Pó branco pulverulento solúvel em água	<ul style="list-style-type: none"> * superfícies de concreto aparente; * superfícies de alvenaria revestida; * juntas de pisos cerâmicos ou azulejos; * regiões próximas a caixilhos mal vedados; * superfícies de ladrilhos não esmaltados. 	<ul style="list-style-type: none"> * sais solúveis presentes nos materiais; água de amassamento, agregados ou aglomerantes; * sais solúveis presentes nos materiais cerâmicos; * sais solúveis presentes no solo; * reação atmosférica; * reação entre compostos de cimento e da cerâmica. 	<ul style="list-style-type: none"> * eliminação da fonte de umidade; * em superfícies externas, aguardar a eliminação dos sais pela ação da chuva; * lavagem com água; * escovamento; * limpeza com ácido clorídrico a 10%.
Depósito branco com aspecto de escorrimento, muito aderente e pouco solúvel em água	<ul style="list-style-type: none"> * juntas das alvenarias assentadas com argamassa; * superfícies de concreto ou revestimento com argamassa; * superfícies de componentes próximos a elementos de alvenaria ou concreto 	<ul style="list-style-type: none"> * carbonatação de cal liberada na hidratação do cimento; * carbonatação de cal constituinte da argamassa 	<ul style="list-style-type: none"> * eliminação da percolação de água; * lavagem com ácido clorídrico a 10%; * escovamento mecânico se necessário.
Depósito branco solúvel em água, com efeito de expansão	<ul style="list-style-type: none"> * em fissuras eventualmente presentes nas juntas das alvenarias; * nas juntas de argamassa das alvenarias; * em regiões da alvenaria muito expostas à ação da chuva. 	<ul style="list-style-type: none"> * expansão devido à hidratação do sulfato de cálcio existente no tijolo ou reação dos compostos do tijolo e do cimento; * formação do sal expansivo por ação do sulfato do meio. 	<ul style="list-style-type: none"> * esperar a estabilidade antes de efetuar reparos; * reparar com uso de cimento isento de sulfatos.

Fonte: Adaptado de THOMAZ, 1989.

7 ESTUDO DE CASO

7.1 Apresentação

O estudo de caso vai abordar falhas que ocorrem no revestimento em fachadas de edificações na cidade de Formiga.

7.1.1 Edifício A

A edificação possui quatro andares, sendo um comercial e os outros residenciais, os quais possuem duas unidades por andares.

A edificação é do ano de 1992, possuindo então 22 anos de sua construção. Seu revestimento externo utilizado como função estética, possui cerâmica 10 cm x 10 cm nas cores azul e vermelha.

Não foi possível obter informações sobre o tipo de fundação, uma vez que não foi possível o acesso ao memorial do projeto, os dados limitaram-se às informações fornecidas pela filha do proprietário do edifício.

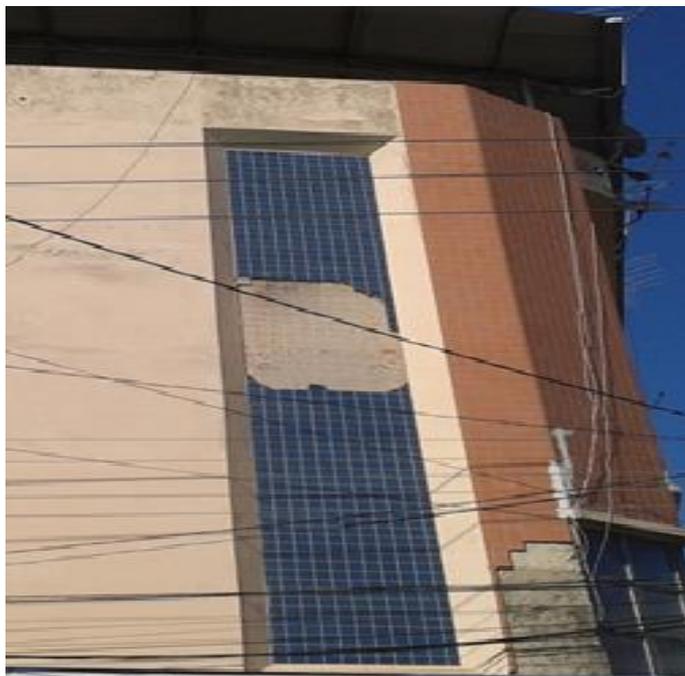
Sua estrutura é de concreto com fechamento em alvenaria. Utilizaram-se tijolos para vedações, a camada de emboço foi de uma espessura de aproximadamente 5 mm.

Segundo dados fornecidos, o revestimento foi assentado sem argamassa, com a utilização de muita areia, sendo que até hoje não houve nenhum tipo de manutenção no edifício.

O rejunte não parece ser industrializado, mas feito de argamassa de cimento e areia, não é flexível, é muito poroso e apresenta inúmeras microfissuras. Possui largura média de 10 mm.

Não existem juntas de dilatação estruturais, de movimentação ou de dessolidarização. Os detalhes verificados são apenas detalhes estéticos, que imitam uma junta que realmente deveria existir para evitar a propagação dos esforços tensionais. (Foto1).

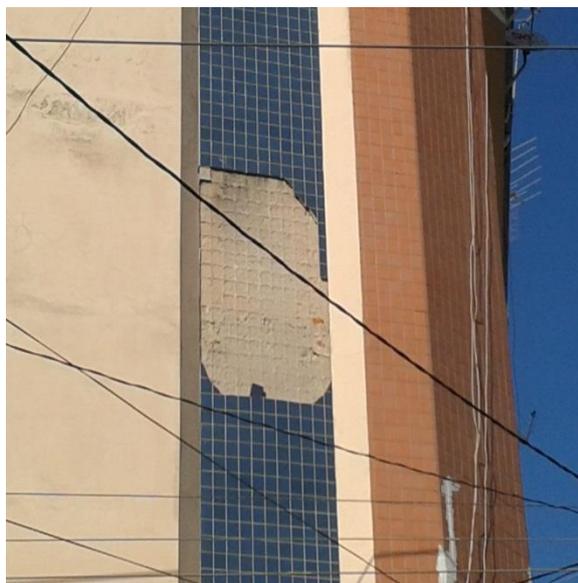
Foto 1: Prédio com descolamento de placas na cidade de Formiga



Fonte: Acervo do Autor

Os descolamentos das placas começaram a surgir por volta de 5 anos após a conclusão da obra ou seja em 1997. Assim a origem desta patologia é construtiva e adquirida principal causa foi a utilização de muita areia na argamassa assim perdendo sua aderência e a falta de manutenção ao edifício.(Foto 2).

Foto 2: Fachada com descolamento de placas na cidade de Formiga



Fonte: Acervo do Autor

7.1.1.1 Resultado e Discursões

Como se pode ver, o edifício A, possui a patologia do descolamento ou destacamento de placas. Os principais fatores que levaram ao colapso do revestimento de fachada do edifício foram à mão de obra deficiente, despreparada, falhas na especificação de materiais e deficiências de projeto.

Pela observação do estado do emboço e presença da argamassa nas placas destacadas, percebeu-se que o destacamento ocorreu na camada do emboço e chapisco. A causa imediata neste caso poderia ser a falha de aderência entre as camadas de emboço e chapisco.

A causa secundária pode ser a movimentação estrutural da edificação, falta de juntas, emboço de qualidade duvidosa, retração durante a secagem da argamassa de emboço, ocorrência de fadiga nas ligações entre a argamassa de emboço e chapisco ou uma combinação destes fatores.

A solução seria fazer uma limpeza no substrato, emboço no traço correto e em seguida assentamento de placas cerâmicas com argamassa colante especializada, assim atingindo a aderência desejada, colocação de juntas de movimentação e rejuntamento não esquecendo a mão de obra qualificada.

7.1.2 Edifício B

A edificação possui quatro andares, sendo dois comerciais e dois residenciais, possuindo duas unidades por andares.

A edificação é do ano de 1996, possuindo então 18 anos de construção. Seu revestimento externo foi feito com cerâmica 10 cm x 10 cm nas cores bege e cinza.

Sua estrutura é de concreto com fechamento em alvenaria, com tijolos cerâmicos para vedação, a camada de emboço foi de uma espessura de aproximadamente 5 mm.

Não foi possível obter informações sobre o tipo de fundação, uma vez que não se obteve acesso ao memorial do projeto, os dados limitaram-se às informações fornecidas pelo inquilino do edifício. (Foto 3). (Foto 4).

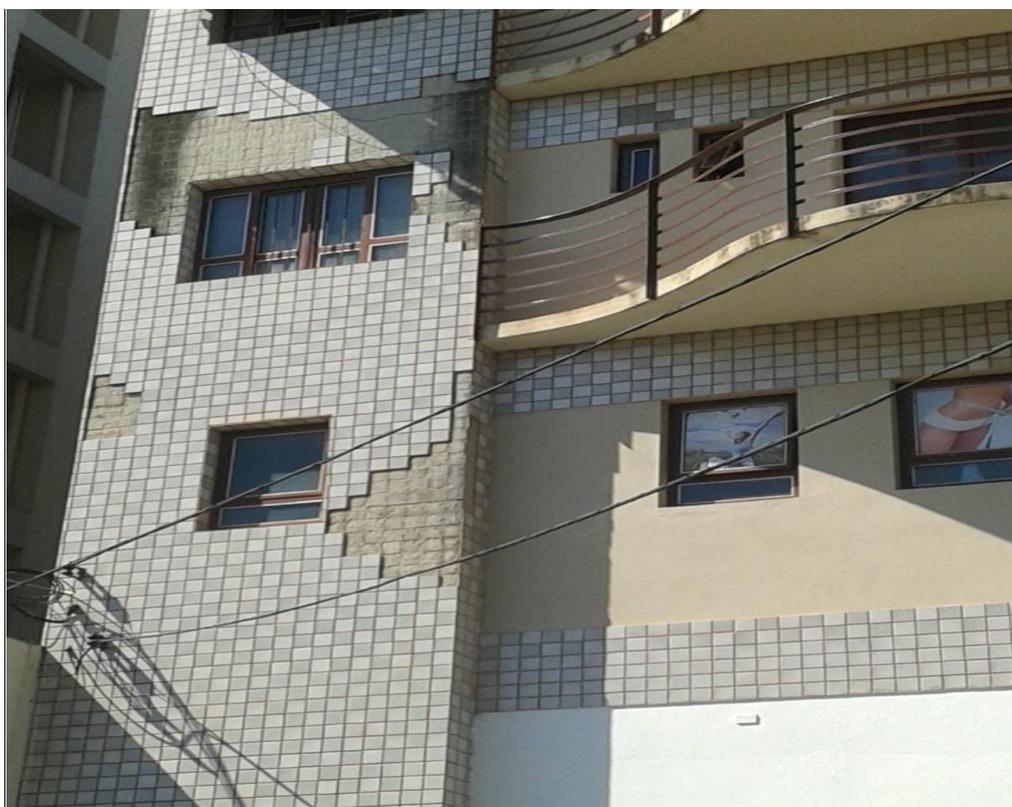
Começaram a surgir os destacamento de placas há 5 anos .

Foto 3: Prédio com destacamento de placas na cidade de Arcos



Fonte: Acervo do Autor

Foto 4: Fachada com destacamento de placas na cidade de Arcos



Fonte: Acervo do Autor

7.1.2.1 Resultados e Discursões

Como se pode ver, o edifício B, também possui a patologia descolamento ou destacamento de placas. Os principais fatores que levaram a patologia do revestimento da fachada do edifício foram faltas de especificações de materiais mão de obra deficiente e despreparada e deficiências de projeto.

A falha de apresentação e detalhamento no projeto executivo de obra civil pode ser considerada a primeira origem do destacamento das placas cerâmicas. A ausência de especificação de juntas podem ter contribuído para as falhas no sistema de revestimento cerâmico de fachada.

A causa imediata neste caso pode ter sido a falha de aderência entre a camada de argamassa adesiva e placa cerâmica.

A origem pode ser definida como falta de ensaio dos materiais, desrespeito aos procedimentos da preparação da argamassa adesiva; deficiência em projeto; desrespeito aos prazos mínimos de execução dos diferentes sistemas; execução em situações climáticas desfavoráveis; deficiência no controle de cada etapa da execução; falta de treinamento da mão de obra; ou, ainda, uma combinação destes fatores.

A solução como dita no caso do edifício A, será fazer uma limpeza no substrato, e emboço com traço correto e em seguida assentamento de placas cerâmicas com argamassa colante especializada, assim atingindo a aderência desejada, colocação de juntas de movimentação e rejuntamento, não se esquecendo da mão de obra qualificada.

7.2 Recomendações

Visto que a grande parte das manifestações patológicas é decorrente de falhas ou da ausência de definição nas fases de projeto, pode-se recomendar um conjunto de ações e procedimentos, tais como:

- Elaborar o projeto específico de sistemas de revestimento cerâmico considerando a paginação das fachadas, a definição das juntas de movimentação, das juntas de assentamento e o uso de telas metálicas de combate à fissuração em áreas de possível movimentação excessiva;
- Utilizar telas metálicas de combate à fissuração e estabilidade do emboço principalmente em emboço com espessuras maiores que 2,5 cm;

- Exigir a elaboração do projeto executivo dos sistemas de revestimento cerâmicos, por parte dos fabricantes, engenheiros calculistas e arquitetos com compatibilização dos projetos arquitetônicos de fachada;
- Aplicar o controle tecnológico em obra;
- Exigir relatórios de controle da execução;
- Usar técnicas de aplicação de argamassas de chapisco e emboço que resultem em aumento de aderência, principalmente sobre superfícies lisas, como concreto;
- Exigir acompanhamento sistemático dos arquitetos e projetistas durante a fase de execução dos sistemas de revestimento cerâmico de fachadas;
- Criar cursos de treinamento para as equipes de assentamento;
- Efetuar controle periódico de qualidade de assentamento com retirada de placa cerâmica no período de execução e verificação do preenchimento do tardo;
- Observar o prazo de execução, tempo de cura e espera entre a execução das diferentes etapas;
- Requisitar ensaios de materiais, de acordo com o porte da obra e as características das fachadas;
- Liberar o emboço somente após a realização de testes de resistência a aderência;
- Avaliar possíveis movimentações em marquises e elementos em balanço;
- Elaborar o projeto de manutenção periódica de sistemas de revestimento cerâmico de fachadas e disponibilidade deste projeto para o condomínio.
- Planejar e dimensionar as juntas de assentamento, evitando recortes desnecessários nas placas cerâmicas;
- Estabelecer maior integração entre empresas do setor cerâmico e outras empresas da construção civil para propor soluções alternativas e compatibilizadas com sistemas de fachadas pré-fabricadas;

8 CONCLUSÕES

Após uma profunda análise sobre um projeto de fachada, seus métodos construtivos, suas aplicações e execuções das argamassas de fachada, observaram que a origem das patologias acontece na sua maioria devido às falhas nesses processos executivos.

Para um bom desempenho na de execução de fachadas, devem-se ter equipes especializadas e treinadas, pois a maioria das patologias ocorre durante a aplicação do revestimento.

Se todas as obras tivessem um projeto de fachada e que se seguissem a risca todos os pontos nele abordados, as patologias seriam mínimas, pois com o controle dos materiais, o uso de mão-de-obra especializada e um acompanhamento de profissionais especializados evitariam tais problemas ou os diminuiria muito.

Nas obras as quais foram citadas o estudo de caso, verificou-se que não havia um projeto de fachada bem definido, o planejamento do canteiro não conduzia com a realidade da obra. Além da falta de um controle adequado à qualidade dos materiais empregados e uma mão-de-obra não tão bem qualificada, foram encontradas várias irregularidades no decorrer da aplicação do revestimento em fachada.

Bem como as falhas construtivas que são exemplificadas através de equipamentos de má qualidade. Todo esse problema acarreta um custo elevado de manutenção, devido aos defeitos ocorridos na execução da fachada, que evitados poderiam aumentar a vida útil da edificação.

Daí observa-se uma vantajosa parceria entre o projeto, planejamento e a execução, enfatizando a enorme compreensão deste trabalho em conjunto, o que contribui para o sucesso do resultado final.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Lania Lanna de. **Patologia em Revestimento Cerâmico de Fachada**. Curso de Especialização em Engenharia Civil UFMG. Síntese de Monografia. Belo Horizonte – MG, 201

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13276: **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos** – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2005.

Arquitetura Engenharia e Construção web. Revestimento cerâmico exige cuidados. Disponível em:<<http://www.aecweb.com.br>. Acesso em: 01 out. 2014.

_____. NBR 13277: **Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos** – Determinação da retenção de água. Rio de Janeiro, 1995.

_____. NBR 13278: **Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos** – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005.

_____. NBR 13.755: **Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante**: procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

_____. NBR 13.816: **Placas cerâmicas para revestimento**: terminologia. Rio de Janeiro, 1997.

_____. NBR 14.081: **Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmica**: especificação. Rio de Janeiro, 1998.

BAUER, L.A. Falcão. **Materiais de Construção**. 5ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H.; LORDSLEEN JUNIOR, A. C. **Recomendações para a produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria**. Projeto EPUSP/SENAI. São Paulo, 1998. 40p.

CARASEK, Helena. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo, IBRACON, 2007.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. Revestimento de Argamassa. Disponível em:<<http://www.comunidadeconstrucao.com.br>>. Acesso em: 29 maio 2014.

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

PADILHA JR. Marcos et al . **Levantamento Quantitativo das Patologias em Revestimentos Cerâmicos em Fachadas de Edificações Verticais na Cidade de João Pessoa** – PB. João Pessoa, 2007.

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.

REVISTA SHOWROOM. Guia geral de cerâmica e assentamento 2001. 53. ed. Edição especial. São Paulo, 80p, abr. 2001.

ROSOCE. M.T. **Patologia em Revestimento Cerâmico de Fachada**. Curso de Especialização em Engenharia Civil UFMG. Síntese de Monografia. Belo Horizonte – MG, 2008.

SABBATINI, FERNANDO H. BARROS, MERCIA B. **Revestimentos cerâmicos de paredes. Conceitos básicos**. São Paulo: EPUSP/CPqDCC,. 1990.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Instituto de Arquitetura e Urbanismo. Disponível em:<<http://www.iau.usp.br>>. Acesso em: 29 maio 2014.