

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

WALLACE PAZETO DA SILVA REIS

**REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA:
PROJETO DO PRODUTO E DA PRODUÇÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2013

WALLACE PAZETO DA SILVA REIS

**REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA:
PROJETO DO PRODUTO E DA PRODUÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil, do Curso Engenharia Civil, da Coordenação de Construção Civil – COECI – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

Orientadora: Profa. Dra. Fabiana Goia Rosa de Oliveira

CAMPO MOURÃO

2013

Dedicatória:

Dedico este trabalho à minha família, que é o princípio e a razão de tudo em minha vida.

Meus pais que incansavelmente lutaram ao meu lado para que eu atingisse minhas metas e também me apoiaram nos momentos de infelicidade.

Em especial, pelo exemplo de valor e conduta.

Minha avó que se prestou a tudo que eu precisasse em minha casa.

Meu irmão, que sempre me alegrou e me incentivou.

Dedico também à minha orientadora que transmitiu o seu conhecimento e confiança a mim.

Aos meus amigos da universidade e de moradia, pelas gentilezas e extensos períodos de estudos em grupo.

AGRADECIMENTOS

Certamente, agradeço a Deus, por me dar suporte em minhas inseguranças.

Reverencio toda minha família, pais, avós, irmãos, tios, primos, pela compreensão, estímulo e colaboração. Principalmente pelo tempo que tive que abrir mão do nosso convívio.

A todos os meus amigos e conhecidos que, de diversas formas, me apoiaram nos momentos críticos.

Agradeço a Professora Dr. Fabiana Goia Rosa de Oliveira pela orientação, pelos conselhos, suporte e atenção durante a realização deste trabalho.

Aos Professores de Engenharia Civil que confiaram em minha capacidade.

“Procure ser um homem de valor, em vez de ser um homem de sucesso.”

(EINSTEIN, Albert)

RESUMO

REIS, Wallace P. S. **REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA: PROJETO DO PRODUTO E DA PRODUÇÃO**. 2013. 98f. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

É de interesse das empresas construtoras a valorização comercial de sua obra, do seu empreendimento, seja ele de qualquer padrão ou estilo. O revestimento cerâmico de fachada se destaca sendo largamente empregado na construção civil a fim de proporcionar um rico acabamento às obras e dar a margem de valorização almejada pelas empresas. Entretanto, são numerosas e de impacto negativo para as estas empresas as ocorrências de manifestações patológicas nos sistemas de revestimento dos seus edifícios. As causas e origens das anomalias são diversas e, por vezes, complexas. Neste contexto, surge a necessidade da discussão sobre tecnologia do projeto de revestimento cerâmico de fachada, pouco desenvolvida até o momento. Na consulta às bibliografias sobre o tema, torna-se claro que etapa de Projeto de uma obra é fundamental para o bom desempenho ao longo da vida útil da mesma, porque aborda pontos que devem ser bem equacionados antes da execução e que, se não analisada corretamente, incorrem em vícios permanentes. Um projeto bem desenvolvido consegue diminuir custos, perdas de material, otimiza as diversas etapas da execução e especifica os recursos necessários à sua concretização. Apresenta-se neste trabalho as diretrizes e os parâmetros necessários à elaboração de um projeto de revestimento cerâmico de fachada. Dentre eles, as características e conceitos sobre os materiais empregados nos revestimentos cerâmicos, a importância do projeto e suas particularidades, orientações para o desenvolvimento do projeto, detalhamentos e especificações, planejamento da produção, critérios de escolha e contratação dos recursos, cronograma, logística, sequências executivas, controle e atribuições de responsabilidades. Objetivou-se mostrar a necessidade do projeto do produto e da produção de revestimento cerâmico como fator determinante na qualidade do sistema.

Palavras-chave: Revestimento cerâmico. Fachada. Projeto do Produto. Projeto da Produção. Execução.

ABSTRACT

REIS, Wallace P. S. **CERAMIC COATING FACADE: PRODUCT DESIGN AND PRODUCTION**. 2013. 98f. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

It is in the interest of construction companies to enrich the commercial value of its work, its enterprise, be it of any pattern or style. The ceramic coating stands out being widely used in construction to provide a rich finishing to the work and give the margin of appreciation desired by companies. However, they are numerous and negative impact on these companies occurrences of pathological manifestations in coating systems for its buildings. The causes and origins of the anomalies are diverse and therefore complex. In this context there is a need for discussion on technology project coating ceramic facade, undeveloped yet. On enquiry with bibliographies on the subject, it becomes clear that the Design stage of a project is critical for the good performance over its life, because it addresses issues that must be well equated before its execution, and that if not analyzed properly incur permanent vices. A well developed project can cut down costs, loss of material, enhances the various stages of performance and specifies the resources required to deliver them. This work presents the guidelines and parameters necessary for the preparation of project coating ceramic facade. Among them, the features and concepts about the materials used in the ceramic, the importance of the project and its particularities, guidelines for the development of the design, drawings and specifications, production planning, selection criteria and recruitment resource, schedule, logistics, executive sequences control tasks and responsibilities. The objective was to show the necessity of the product design and production of ceramic coating as a determining factor in the quality of the system.

Keywords: Ceramic coating. Facade. Product Design. Production Design. Execution.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Camadas constituintes do Revestimento Cerâmico de Fachada.....	19
Figura 2 - Propriedades da argamassa nos estados fresco e endurecido	29
Figura 3 - Dilatação térmica do revestimento cerâmico	34
Figura 4 - Fatores e agentes que influenciam na qualidade dos RCF.....	37
Figura 5 - Sistema revestimento cerâmico	45
Figura 6 - Tipos de chapisco (industrializado, rolado e tradicional).....	70
Figura 7 - Resultado do tempo em aberto vencido.....	73
Figura 8 - Aplicação incorreta da placa cerâmica.....	75
Figura 9 - Juntas de dessolidarização.....	77
Figura 10 - Detalhe - junta de trabalho.....	78
Figura 11 - Junta de trabalho horizontal.....	78
Figura 12 - Disposições dos selantes nas juntas de trabalho	80
Figura 13 - Ensaio de arrancamento	81
Figura 14 - Destacamento: erro de assentamento	86
Figura 15 - Destacamento devido ao encurtamento da base	87
Figura 16 - Fissuração generalizada.....	88
Figura 17 - Gretamento	90
Figura 18 - Eflorescência	91
Figura 19 - Deterioração das juntas	92

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Codificação dos grupos de absorção de água em função dos métodos de fabricação.....	25
Quadro 2 - Classes de resistência à abrasão superficial	25
Quadro 3 - Classes de resistência à abrasão profunda (produtos não esmaltados) .	26
Quadro 4 - Denominação das placas cerâmicas prensadas	27
Quadro 5 - Denominação das placas cerâmicas extrudadas	28
Quadro 6 - Requisitos mínimos de argamassa de rejuntamento.....	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 JUSTIFICATIVA	14
4 METODOLOGIA	16
5 CARACTERIZAÇÃO DO REVESTIMENTO CERÂMICO	17
5.1 CONCEITOS DO REVESTIMENTO CERÂMICO	17
5.2 PLACAS CERÂMICAS	20
5.2.1 Composição das Placas Cerâmicas	21
5.2.2 Classificação das Placas Cerâmicas segundo a Indústria	22
5.2.3 Propriedades das Placas Cerâmicas	23
5.3 ARGAMASSAS	28
5.3.1 Argamassas para a regularização de superfícies	28
5.3.2 Argamassas Colantes	30
5.3.3 Argamassas de Rejuntamento	31
5.4 JUNTAS	33
6 PROJETO DE REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA	36
6.1 A IMPORTÂNCIA DO PROJETO	36
6.2 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	39
6.2.1 Parâmetros de Projeto	40
6.2.2 Discriminação e Detalhamento	42
6.2.3 Especificações	44
6.2.4 Diretrizes para a escolha de materiais	46
6.2.5 Parâmetros de Execução	47
6.2.6 Controle e Inspeção	48
6.2.7 Conteúdo do Projeto	48
6.2.8 Atribuições de Responsabilidades na fase de projeto	52
7 PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO	53
7.1 ESCOLHA E CONTRATAÇÃO DOS RECURSOS	54
7.1.1 Mão de obra	54
7.1.2 Escolha do Revestimento Cerâmico	55
7.1.3 Escolha das Argamassas	56
7.1.4 Equipamentos e Ferramentas	57
7.1.5 Componentes especiais	60
7.2 PROCEDIMENTOS DE PRODUÇÃO	60
7.2.1 Plano de Ação	61
7.3 CRONOGRAMA	62
8 EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA	64
8.1 TREINAMENTO DAS EQUIPES	65
8.2 LOGÍSTICA DO SISTEMA	66
8.3 RASTREABILIDADE	67
8.4 PREPARO DA BASE	68
8.4.1 Chapisco	69
8.5 CAMADA DE REGULARIZAÇÃO DAS SUPERFÍCIES	70
8.6 APLICAÇÃO DA ARGAMASSA COLANTE	72

8.7 ASSENTAMENTO DOS COMPONENTES CERÂMICOS	74
8.8 EXECUÇÃO DAS JUNTAS	76
8.9 REJUNTAMENTO	79
8.10 CONTROLE E INSPEÇÃO DAS ETAPAS	80
8.11 ATRIBUIÇÃO DE RESPONSABILIDADES	82
9 PATOLOGIAS DO REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA	85
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
REFERÊNCIAS.....	96

1 INTRODUÇÃO

O revestimento cerâmico vem sendo usado desde a antiguidade nos pisos e paredes pela nobreza. Naquela época, os palácios eram revestidos por azulejos caprichosamente decorados pelos artesãos ceramistas. A grande vantagem de sua utilização reside nas características de durabilidade, facilidade de limpeza, além do aspecto estético agradável.

Atualmente, a construção passa por um período de transição entre os métodos artesanais e a exigência técnica de planejamento. Com a evolução tecnológica e a produção industrial em massa, o revestimento cerâmico tornou-se acessível a todas as camadas sociais e as possibilidades de uso cresceram muito.

O organismo internacional CTBUH - Council on Tall Buildings and Urban Habitat (1995 apud MEDEIROS; SABBATINI, 1999) considera que a fachada de um edifício tem uma relação marcante com o meio ambiente urbano e envolve valores sociais importantes, tipificando e caracterizando a sociedade, suas aspirações e até grau de prosperidade.

As fachadas cerâmicas se destacam no setor projetista, garantindo um espaço rico de trabalho, uma vez que representam um dos maiores sistemas de uma edificação e também uma das preferências do mercado consumidor em praticamente todos os segmentos imobiliários. A área de fachada é proporcional à dimensão da obra e a execução do revestimento sobre ela influencia diretamente a construção, desde o planejamento de canteiro até o planejamento financeiro da obra.

Entretanto, os empreendedores e construtores, comumente, não se atentam à concepção e detalhamento de um procedimento de construção de uma fachada. Projetos arquitetônicos, estruturais, de alvenarias e de esquadrias são feitos antes e independentemente que se saiba qual o produto de revestimento da fachada. E, quando muito, o material de revestimento é definido apenas de acordo com o custo, estética e disposição no mercado. Contudo, a presença de manifestações patológicas torna-se comum. Dentre as patologias mais comuns destacam-se os

destacamentos/descolamentos de placas, as trincas, o gretamento e fissuras, as eflorescências e a deterioração das juntas.

Os motivos são diversos e na maioria das vezes a causa está nos princípios do processo de um projeto. Um elemento que é aparentemente insignificante pode ser potencialmente deletério no que tange à qualidade, à construção da fachada e ao conforto visual e, ainda, tornar-se de difícil correção. Evidencia-se então, a importância da qualidade do procedimento de revestimento antes, durante e depois da construção, com resultado e desempenho satisfatório ao longo do tempo.

Reconhecendo a possibilidade de evolução dos revestimentos cerâmicos de fachada e seu vasto potencial de uso, o projeto do produto revestimento ganha uma nova dimensão. É desenvolvido com base na inter-relação com todos os subsistemas, estrutural, de vedação, de esquadrias, de impermeabilização e em função da particularidade de cada empreendimento.

O trabalho tem o propósito de levantar, discutir e promover a tecnologia de projeto de revestimento cerâmico de fachadas contribuindo para evolução desta parte da edificação, esclarecendo que a livre escolha e produção dos materiais cerâmicos de qualidade não bastam para se obter bons resultados, contemplando os requisitos de desempenho necessários no projeto para evitar as patologias e, conseqüentemente, possibilitar maior durabilidade.

O objetivo central deste trabalho é estudar a importância do projeto do produto e da produção do sistema revestimento cerâmico de fachada, a partir de uma análise dos requisitos fundamentais ao desenvolvimento do projeto e das técnicas de execução existentes neste segmento, tratando dos métodos de prevenção às patologias de revestimento cerâmico de fachadas que proporcionem melhor desempenho e durabilidade da construção.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Estudar a importância do projeto de revestimento cerâmico de fachada, contemplando os requisitos fundamentais ao desenvolvimento do projeto do produto e do projeto da produção que corresponda às necessidades dos usuários, a partir de uma análise bibliográfica, tratando dos métodos potencialmente preventivos às patologias do revestimento cerâmico de fachada.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analisar a tecnologia dos materiais empregados no sistema revestimento cerâmico de fachada, os métodos executivos, detalhes construtivos, normalização nacional e as principais patologias relacionadas.

Contribuir com uma visão sistêmica da elaboração de projeto do produto e do projeto da produção do revestimento cerâmico de fachada, para que corresponda às necessidades do mercado da construção civil, mas que atenda também ao usuário.

Mostrar a necessidade do projeto do produto e da produção de revestimento cerâmico como fator determinante na qualidade do sistema.

Apontar os parâmetros e diretrizes potencialmente preventivos ao surgimento de patologias de revestimento cerâmico de fachada, garantindo qualidade e durabilidade do sistema através da ampliação das informações.

3 JUSTIFICATIVA

As obras de revestimento cerâmico de fachadas tornam-se cada vez mais comuns no país. Nos grandes centros urbanos, é frequente o uso deste tipo de tecnologia de revestimento nas construções, assim como suas patologias.

Para Medeiros e Sabbatini (1999), o clima predominantemente tropical e chuvoso brasileiro favorece o uso de RCF (Revestimento Cerâmico de Fachadas) fazendo com que esta opção seja uma das mais interessantes, pelo desempenho e durabilidade, além da estética, facilidade de limpeza, possibilidades de composição harmônica, maior resistência à penetração de água, conforto térmico e acústico. Esta tendência torna os revestimentos cerâmicos quase uma unanimidade para o mercado consumidor nas cidades litorâneas, por exemplo. Seu uso comumente é associado ao próprio padrão de qualidade da construção, agregando valor ao imóvel.

Porém, as patologias são comuns nos revestimentos cerâmicos de fachadas. Geralmente, advindas de um conjunto de fatores que são deixados ao improviso, à prática de obra, sem critérios corretos de execução. Segundo Roscoe (2008), as patologias de RCF são difíceis de recuperar e custam caro. Quando manifestam-se visualmente, a integridade do revestimento já pode estar comprometida e os custos para recuperação podem facilmente superar os custos da execução original.

Muitas vezes os fabricantes do produto e os usuários têm pontos de vista diferentes. O fabricante atesta a qualidade do material cumprindo os requisitos mínimos na normalização. O consumidor recorre à norma do produto, tentando complementar a falta da norma de projeto de RCF, o que não oferece parâmetros suficientes para o entendimento do sistema construtivo por completo. Surge a incompatibilidade do material com a utilização e, conseqüentemente, a patologia. Acertar se torna uma tarefa árdua.

O revestimento de fachada tem a função de “invólucro” na edificação. O que se passa externamente pode interferir internamente, e vice-versa. Contudo, é

necessário o entrosamento do sistema de fachada com o revestimento, a impermeabilização, a alvenaria, as esquadrias e a estrutura.

O domínio da tecnologia de produção de placas cerâmicas não é condição suficiente para a obtenção de resultados satisfatórios, sendo imprescindível dispor de uma metodologia para desenvolvimento de projetos que considere os vários aspectos envolvidos no processo (MEDEIROS; SABBATINI, 1999).

Com este trabalho busca-se mostrar a importância da elaboração de um projeto de revestimento cerâmico de fachada de modo a evitar as principais patologias comuns a este segmento, colhendo, organizando informações e detalhando os procedimentos construtivos fundamentais à concepção deste sistema.

4 METODOLOGIA

Baseando-se na bibliografia e utilizando como fonte principal revistas do meio, dissertações, livros, manuais técnicos dos fabricantes e material disponível na internet, a pesquisa têm caráter exploratório, descritivo e explicativo. O trabalho se atém ao levantamento, registro e organização dos dados bibliográficos referentes ao assunto. Os objetivos são desvendar, recolher e analisar os requisitos fundamentais ao desenvolvimento do projeto do produto e do projeto da produção do revestimento cerâmico de fachada, que sejam de real importância aos usuários, a partir de uma análise bibliográfica, apresentando também as principais proposições no estado da arte até o momento.

5 CARACTERIZAÇÃO DO REVESTIMENTO CERÂMICO

O revestimento cerâmico é um sistema composto por camadas sucessivas de composições e materiais, cujas funções e propriedades devem ser conhecidas a fundo no momento de sua concepção.

5.1 CONCEITOS DO REVESTIMENTO CERÂMICO

A NBR 13816 - Placas cerâmicas para revestimento – Terminologia (ABNT, 1997) define revestimento cerâmico como sendo o conjunto formado pelas placas cerâmicas, pela argamassa de assentamento e pelo rejunte.

De acordo com a NBR 13755 (ABNT, 1996), revestimento externo é um 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 sólidas, bem como dar acabamento estético.

O revestimento cerâmico de fachada de edifícios utilizando a técnica de revestimento aderido é identificado por Medeiros e Sabbatini (1999) como o conjunto monolítico de camadas, inclusive emboço de substrato, aderidas à base suporte da fachada do edifício seja alvenaria ou estrutura, cuja capa exterior é constituída de placas cerâmicas, assentadas e rejuntadas com argamassas ou material adesivo.

Ainda, Campante e Baía (2003) dizem que os revestimentos cerâmicos devem ser entendidos como um sistema composto por uma sucessão de camadas, formando um conjunto que deve apresentar comportamento monolítico aderido ao substrato e este à base.

Para Fiorito (1994), qualquer que seja a natureza do revestimento final de uma parede devemos sempre considerá-lo ligado e fazendo parte do conjunto de todas as camadas suportes. Todas as camadas de um revestimento têm deformações próprias quer devidas à sua secagem, como ocorre com as argamassas e concreto, quer devidas a esforços externos. Não esquecendo que os materiais cerâmicos não são totalmente estáveis, uma vez que se expandem, em menor ou maior grau, em função da umidade natural do ambiente.

Segundo Medeiros e Sabbatini (1999) os revestimentos cerâmicos externos de edifícios podem ser classificados de acordo com a técnica construtiva e pela forma como eles se comportam depois de aplicados.

- **Aderidos:** revestimento cerâmico tradicional que trabalha aderido sobre a base e substrato que lhe servem de suporte;
- **Não aderidos:** que não permitem aderência entre as camadas, revestimentos que possuem camadas com função de isolamento térmico, acústico e de impermeabilização, precisam ser fixados por meio de dispositivos especiais.

Neste trabalho, é contemplado o revestimento cerâmico externo aderido. Denomina-se base o suporte do revestimento de fachada constituído de estrutura de concreto e vedações em alvenaria (tradicional), e de substrato o emboço de argamassa aplicado sobre as bases e sobre o qual são aplicadas as demais camadas do RCF.

A Figura 1 mostra os materiais e camadas constituintes indicando os principais componentes do revestimento cerâmico de fachada.

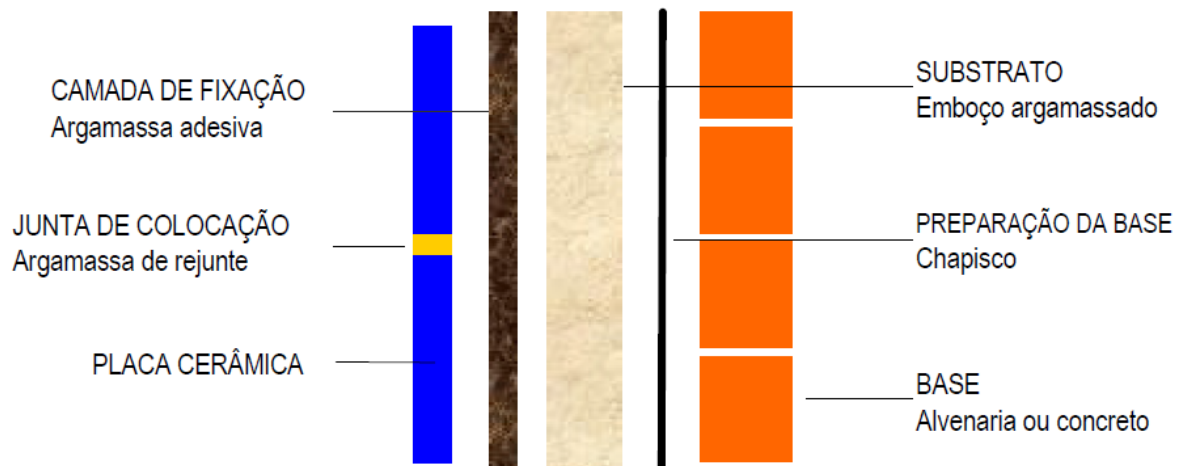


Figura 1 - Camadas constituintes do Revestimento Cerâmico de Fachada

Fonte: Medeiros e Sabbatini (1999)

A base não faz parte do sistema, mas é fundamental para seu desempenho global. Essas camadas devem se comportar solidariamente, se um dos componentes falhar, todo o conjunto pode estar comprometido. Podem ser alvenarias de vários tipos (blocos de concreto, blocos cerâmicos, tijolos maciços, blocos sílico-calcário ou de concreto celular autoclavado), outros tipos de painéis de vedação (*Dry Wall* ou cimentícios), ou também elementos estruturais (vigas, lajes, pilares de concreto armado). Cada um destes materiais tem características distintas que devem ser avaliadas.

Juntamente com a estrutura, com as vedações verticais e horizontais, demais revestimentos e os sistemas prediais, o revestimento cerâmico de fachada é um dos elementos que compõe o edifício proporcionando o acabamento final. Segundo Campante e Baía (2003), sendo uma parte integrante do edifício, é necessário que o revestimento apresente propriedades específicas e cumpra as suas funções, contribuindo para o adequado desempenho do edifício como um todo.

As principais funções do revestimento cerâmico são:

- Proteger os elementos de vedação do edifício.
- Auxiliar as vedações no cumprimento das suas funções: isolamento térmico e acústico, estanqueidade à água e aos gases, segurança contra o fogo, dentre outras.

- Regularizar a superfície dos elementos de vedação.
- Proporcionar acabamento final aos revestimentos de pisos e paredes.

O revestimento cerâmico é um material que graças à produção industrial em massa e à evolução tecnológica, tornou-se acessível à todas as classes sociais e as possibilidades de uso cresceram significativamente. Existe revestimento cerâmico para todos os ambientes: áreas comerciais, industriais, residenciais, fachadas, piscinas, etc. As características principais são: impermeabilidade, estabilidade de cores, facilidade de limpeza, resistência à abrasão e a manchas, e claro, beleza.

Segundo a NBR 13816 (ABNT, 1997), placa cerâmica para revestimento é 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 conformado por outros processos, e queimadas a altas temperaturas.

Devido à variedade considerável de produtos cerâmicos no mercado segundo formatos, dimensões, cores, processo de fabricação, propriedade e funções, tornam-se essenciais as classificações técnicas e do setor industrial para os mesmos.

5.2 PLACAS CERÂMICAS

A placa cerâmica, além de dar proteção às fachadas, é a parte do revestimento que transmite a beleza ao sistema através de suas cores e modelos. Entretanto, para escolher um produto de boa qualidade é necessário conhecer um pouco mais de suas classificações e propriedades.

Neste trabalho são contempladas as placas cerâmicas que possuem as dimensões máximas:

- Área da superfície: $\leq 400 \text{ cm}^2$
- Espessura total: $\leq 15 \text{ mm}$.

De acordo com a NBR 13755 (ABNT, 1997).

5.2.1 Composição das Placas Cerâmicas

De acordo com a NBR 13816 (ABNT, 1997), a placa cerâmica constitui-se de uma “lâmina fina fabricada de argilas e/ou outras matérias-primas inorgânicas, usadas como revestimentos para piso e parede”.

Na fabricação das cerâmicas de revestimentos são utilizadas matérias primas encontradas na natureza de dois tipos principais, os materiais argilosos e os não-argilosos. Os materiais argilosos formam a base do “biscoito” da placa, que é uma mistura de diversos tipos de argila. Os não-argilosos têm a função de sustentar o corpo cerâmico e proporcionar a fusão da massa com materiais sintéticos (esmalte, por exemplo).

Dentre as matérias-primas argilosas destacam-se:

- Argila plástica: material composto basicamente de argilominerais e outros minerais não argilosos como quartzo, feldspato, micas e matéria orgânica;
- Argila fundente: material composto por uma mistura de argilominerais com proporção variada de quartzo e outros minerais não-plásticos e presença de óxidos fundentes;

Dentre os materiais não-argilosas destacam-se:

- Filitos: rocha muito fina que, devido à sua natureza química mineralógica, pode compor até 50% de massas cerâmicas;
- Fundentes feldspáticos: material constituído de minerais puro e isento de contaminantes. É utilizado nas camadas de cobertura do corpo cerâmico (engobe e vidrado).

- Caulim: minério composto de silicatos hidratados de alumínio e apresenta características que permitem seu uso na produção de papel, cerâmica, tintas, etc;
- Talco: mineral de baixa dureza. Sua cor varia de branco a cinza, é translúcido e opaco;
- Carbonatos.

5.2.2 Classificação das Placas Cerâmicas segundo a Indústria

De acordo com a ABC (Associação Brasileira de Cerâmica), no que tange ao setor industrial, adota-se a seguinte classificação:

- a. Cerâmica vermelha: compreende os materiais de coloração avermelhada utilizados tanto no setor da construção civil (tijolos, blocos, telhas, refratários) como em utensílios domésticos e adornos;
- b. Materiais de revestimentos (Placas Cerâmicas): materiais usados na construção civil para revestimentos de paredes, pisos e bancadas tais como azulejos, placas ou ladrilhos para pisos e pastilhas;
- c. Cerâmica branca: louça sanitária, louça de mesa, cerâmica artística e cerâmica utilizada para fins técnicos;
- d. Materiais Refratários: possuem características específicas para suportarem variações bruscas de temperatura. Utilizados em operações industriais;
- e. Vidro, Cimento e Cal: apesar de serem desconsiderados do setor cerâmico em função de suas particularidades, o vidro, cimento e cal são três importantes elementos do setor.

As placas utilizadas para revestimentos de fachada enquadradas no grupo das cerâmicas vermelhas possuem alta porosidade e são chamadas comercialmente de plaquetas para revestimento de parede (plaquetas de laminado cerâmico ou

placas litocerâmicas). Em sua produção utiliza-se a argila como matéria-prima única sem adição de outro mineral. Já as placas obtidas por meio de massas compostas de diversas combinações e teores (argila, caulins, quartzito, calcita, talco, dolomita, filito, feldspato) resultam em materiais como o gres, a faiança e porcelanas. As matérias-primas dessas placas são utilizadas também em materiais enquadrados na classificação da cerâmica branca, como citado anteriormente.

5.2.3 Propriedades das Placas Cerâmicas

Para o correto uso das placas cerâmicas, é necessário entender suas classificações técnicas e suas propriedades.

- **Composição:** Como mencionado anteriormente, separada por cerâmica vermelha ou cerâmica branca;
- **Processo de fabricação:** cerâmica extrudada ou prensada, segundo NBR 13818 (ABNT, 1997).
 - A. Extrudada: A massa plástica é colocada em uma extrudora (conhecida como maromba) onde é compactada e forçada por um pistão.
 - B. Prensada: A massa granulada com baixo teor de umidade é colocada em um molde com formato e tamanho definidos para em seguida ser submetida a altas pressões através de prensas de grande peso.
- **Acabamento superficial:** esmaltada ou não esmaltada, segundo NBR 13817 (ABNT, 1997) e Campante e Baía (2003).

Esmaltadas (*glazed*) ou GL: recebem uma camada superficial de material vítreo que, depois de queimado no forno, torna a superfície da placa vitificada.

Não esmaltadas (*unglazed*) ou UGL: quando a placa cerâmica é simplesmente queimada no forno, sem adição de esmalte.

- **Textura:** lisas e rugosas, segundo Campante e Baía (2003).

Lisas: as placas lisas têm menor capacidade de absorção térmica e proporcionam maior reflexão dos raios solares, contribuindo para o melhor comportamento térmico. Ainda permitem um maior escoamento de resíduos superficiais.

Rugosas: as placas rugosas têm maior capacidade de distribuir os fluxos da água, contribuindo para sua proteção.

- **Cor:** divididas em placas de cores claras ou “frias” e em placas de cores escuras ou “quentes”, segundo Campante e Baía (2003).

Escuras: apresentam maior capacidade de absorver calor dos raios solares, ficando, portanto, sujeitas a maiores temperaturas, o que leva ao aumento das tensões no revestimento.

Claras: apresentam maior capacidade de refletir os raios solares, diminuindo a oscilação de temperatura e as tensões no revestimento.

- **Absorção d'água:** uma das principais características dos revestimentos cerâmicos indicando a porosidade que depende do processo de produção (via seca ou úmida) e de outros fatores, como o grau de compactação da massa, a temperatura e o tempo de quima. O grau de absorção da água interfere nas outras propriedades da placa, tais como: resistência mecânica, resistência ao gelo, resistência química, resistência ao impacto e resistência ao choque térmico, segundo Campante e Baía (2003).

Absorção de água (%)	Métodos de fabricação		
	Extrudado (A)	Prensado (B)	Outros (C)
0 a 0,5	AI	Bla	CI
0,5 a 3		Blb	
3 a 6	Alla	Blla	Clla
6 a 10	Allb	Bllb	Cllb
> 10	Alll	Blll	Clll

Quadro 1 - Codificação dos grupos de absorção de água em função dos métodos de fabricação

Fonte: NBR 13817 (ABNT, 1997)

- **Resistência mecânica:** é caracterizada pelo módulo de resistência à flexão e à carga de ruptura e depende tanto da composição da placa cerâmica quanto de sua espessura, segundo Campante e Baía (2003).
- **Resistência à abrasão superficial ou resistência ao desgaste superficial:** pode ser medida através da abrasão superficial (para placas esmaltadas) ou da abrasão profunda (para placas não esmaltadas, como alguns tipos de porcelanato). No caso das esmaltadas a classe de abrasão é denominada PEI (“Porcelain Enamel Institute”), segundo Campante e Baía (2003).

Classe (PEI)	Resistência
1	Baixa
2	Média
3	Média Alta
4	Alta
5	Altíssima

Quadro 2 - Classes de resistência à abrasão superficial

Fonte: Campante e Baía (2005)

A tabela a seguir mostra os valores de referência ao ensaio de abrasão profunda de placas cerâmicas não esmaltadas. Quanto menor o valor obtido no ensaio, mais resistente à abrasão será a placa cerâmica, já que a quantidade de material removido será menor.

Denominação das Placas	Resultado do Ensaio (mm ³)
Bia	≤ 175
Bib	≤ 175
BIIa	≤ 345
BIIb	≤ 540

Quadro 3 - Classes de resistência à abrasão profunda (produtos não esmaltados)

Fonte: NBR 13818 (ABNT, 1997)

- **Resistência ao ataque de agentes químicos:** ligada à composição dos esmaltes, à temperatura e ao tempo de queima da cerâmica, segundo Campante e Baía (2003).
- **Dilatação térmica e expansão por umidade:** significam um aumento da placa mediante variações de calor e umidade. A dilatação térmica é um fenômeno reversível e ocorre principalmente em locais sujeitos a aquecimentos. A expansão por umidade (EPU) é um processo irreversível e ocorre com maior intensidade em lugares com alta incidência de umidade, segundo Campante e Baía (2003).
- **Resistência à gretagem:** ocorre em placas esmaltadas quando a expansão/dilatação do corpo da placa cerâmica não é acompanhada pela camada de esmalte superficial. Se a camada de esmalte não acomodar este movimento de expansão/dilatação, ocorre a fissuração em forma de fio de cabelo ou teia de aranha, segundo Campante e Baía (2003).

- **Resistência ao choque térmico:** significa que a placa resiste a uma grande variação de temperatura, segundo Campante e Baía (2003).
- **Resistência ao gelo:** em regiões frias, a água penetra nos poros da placa cerâmica, ao se congelar, aumenta de volume, danificando a placa. É uma característica que depende, sobretudo, da absorção de água da placa, segundo Campante e Baía (2003).
- **Resistência à manchas:** indica a facilidade de limpeza da superfície da placa cerâmica, segundo Campante e Baía (2003).
- **Resistência ao ataque químico:** mede a resistência da placa cerâmica diante da ação de produtos químicos, segundo Campante e Baía (2003).

As propriedades das placas cerâmicas prensadas e extrudadas estão apresentadas nos Quadros 4 e 5, segundo a NBR 13818 (ABNT, 1997).

Tipo de placa	Denominação	Absorção de água (%)	Módulo de resistência à flexão (N/mm²)	Carga de ruptura (N)
Porcelanato e Revestimento Porcelanizado	Bla	0 a 0,5	≥ 35	≥ 1300
Grês	Blb	0,5 a 3	≥ 30	≥ 1100
Semigrês	Blla	3 a 6	≥ 22	≥ 1000
Semiporoso	Bllb	6 a 10	≥ 18	≥ 800
Poroso	Blll	> 10	≥ 15	≥ 600

Quadro 4 - Denominação das placas cerâmicas prensadas

Fonte: NBR 13818 (ABNT, 1997)

Tipo de placa	Denominação	Absorção de água (%)	Módulo de resistência à flexão (N/mm²)	Carga de ruptura (N)
Extrudada	A Ia	0 a 3	23	1100
Extrudada	A IIa	3 a 6	20	950
Extrudada	A IIb	6 a 10	17,5	900
Extrudada	A III	> 10	8	600

Quadro 5 - Denominação das placas cerâmicas extrudadas

Fonte: NBR 13818 (ABNT, 1997)

5.3 ARGAMASSAS

As argamassas, como parte do revestimento, têm igual importância às placas cerâmicas, senão maior. Mesmo acreditando na eficiência de resultados obtidos com a correta aplicação do Método Convencional de Produção de Argamassas, a indústria cerâmica não teria atingido os níveis de produção atuais sem a existência da Indústria de Argamassas Colantes.

5.3.1 Argamassas para a regularização de superfícies

De acordo com Fiorito (1994), como parte do sistema de revestimento cerâmico de fachada, o emboço, apresenta importantes funções que são genericamente:

- Proteger os elementos de vedação dos edifícios da ação dos agentes agressivos;
- Auxiliar as vedações no cumprimento das suas funções como, por exemplo, o isolamento termo-acústico e a estanqueidade à água e aos gases;
- Regularizar a superfície dos elementos de vedação, servindo de base regular adequada ao recebimento de outros revestimentos ou constituir-se no acabamento final;

É importante ressaltar que não é função desta parte do revestimento dissimular imperfeições grosseiras da base. Na prática, essa situação ocorre com muita frequência, devido à falta de cuidado no momento da execução da estrutura e da alvenaria, que ficam desaprumadas e desalinhadas. Com isso é necessário “esconder na massa” as imperfeições, o que compromete o cumprimento adequado das reais funções do revestimento, segundo Maciel et al. (1998).

Para que esta parte do revestimento possa cumprir adequadamente a sua função, ela precisa apresentar um conjunto de propriedades específicas, que são relativas à argamassa nos estados fresco e endurecido.

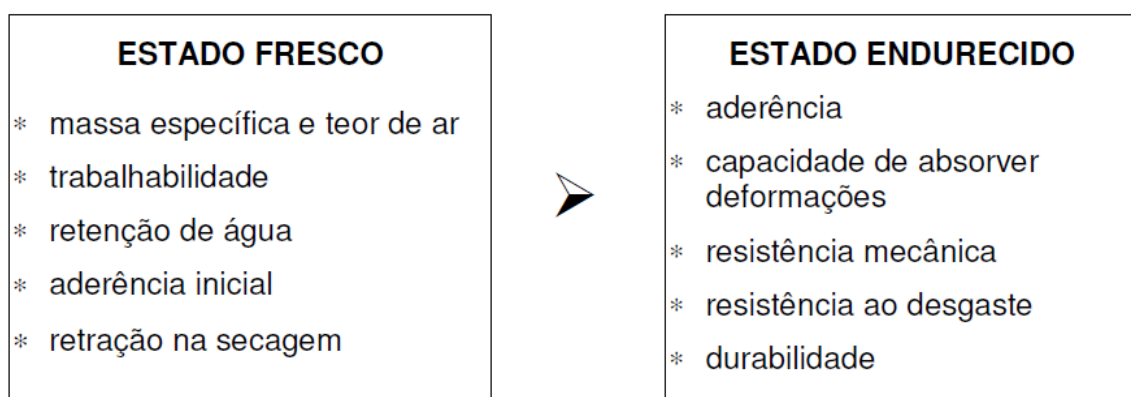


Figura 2 - Propriedades da argamassa nos estados fresco e endurecido

Fonte: Maciel et al. (1998)

Fiorito (1994) diz que as argamassas utilizadas em obras são comumente compostas de areia natural lavada, e os aglomerantes são de forma geral o cimento Portland e a cal hidratada. Sua denominação é em função do aglomerante utilizado.

Assim, temos argamassa de cal, de cimento ou mista de cal e cimento. As argamassas de cal são utilizadas para emboço e reboco, pela sua plasticidade, condições favoráveis de endurecimento, elasticidade, e porque proporcionam acabamento esmerado, plano regular. Encontram também aplicação no assentamento das alvenarias de vedação.

As argamassas de cimento são mais resistentes, porém de mais difícil trabalhabilidade. Adiciona-se cal para torná-las mais plásticas e facilitar o acabamento. Tais argamassas mistas de cimento e cal são utilizadas nas alvenarias estruturais ou não, de tijolos ou blocos; nos contrapisos; no assentamento de revestimentos cerâmicos em pisos e paredes pelo método convencional; no preparo de paredes e pisos para receberem revestimentos cerâmicos aplicados com argamassa colante; e, especialmente, nos emboços de forros e paredes (FIORITO, 1994).

5.3.2 Argamassas Colantes

Desde o surgimento da argamassa colante, muitas fábricas deste produto proliferaram, devido à inexistência inicial de especificações. Nem sempre a qualidade norteou sua produção. Hoje em dia a qualidade e diversidade de produtos vêm sendo discutidas e, por certo, o mercado consumidor deverá se tornar mais sensível ao uso de produtos de melhor desempenho (FIORITO, 1994).

Assim como os produtos cerâmicos, as argamassas utilizadas no revestimento cerâmico também apresentam variedade. A norma brasileira NBR 14081 (ABNT, 1998) denomina as argamassas adesivas e colantes, definindo-as como: Produtos industrializados, no estado seco, compostos de cimento Portland, agregados minerais e aditivos químicos, que, quando misturados com a água, formam uma pasta viscosa, plástica e aderente, empregada no assentamento de placas cerâmicas para revestimento.

A propriedade fundamental que diferencia as argamassas adesivas convencionais das argamassas tradicionais é a capacidade de retenção de água. É esta propriedade que permite que o material seja aplicado em camada fina, sem perder, para a base ou para o ar, a quantidade de água necessária à hidratação do cimento Portland (CRIBARI, 2010).

A diferenciação básica considera o tempo em aberto e a capacidade de aderência. Segundo a NBR 14081 (ABNT, 1998) especificam-se as argamassas pelos tipos:

- AC-I – rígidas – para uso interior – o aditivo da argamassa é apenas o retentor de água; só propicia ancoragem mecânica;
- AC-II – aditivadas – para uso exterior – suportam esforços decorrentes de flutuações higrotérmicas, da chuva e do vento; são adicionadas resinas na argamassa. Nesse caso, existe ancoragem mecânica e química;
- AC-III – aditivadas – argamassa de alta resistência – possui maior resistência de aderência que as demais; a quantidade de resinas adicionadas na argamassa propicia forte ancoragem química. Mesmo depois de seca, possui certa flexibilidade para acompanhar, em parte, a movimentação do sistema de revestimento, dificultando o descolamento por cisalhamento e por flambagem da placa cerâmica;
- AC-III E – aditivadas – argamassa especial – similar ao tipo III, possui aditivo que permite estender o tempo em aberto.

5.3.3 Argamassas de Rejuntamento

Segundo Fiorito (1994), a maioria dos materiais de rejuntamento é à base de cimento Portland. Podem receber adições de outros produtos para serem mais elásticos, repelirem água, resistirem à fungos, permanecerem brancos (quando o

rejunte for branco), terem resistência mecânica, serem impermeáveis, serem coloridos, etc.

A NBR 14992 (ABNT, 2003) classifica as argamassas à base de cimento em duas classes distintas:

- Rejuntamento do tipo I: indicada para rejuntamento de placas cerâmicas em ambientes internos e externos, desde que observadas as condições de uso em locais em que o trânsito de pedestres/transeuntes não é intenso, uso em conjunto com placas cerâmicas com absorção de água acima de 3% (grupos II e III, segundo a NBR 13817) e uso em ambientes externos limitado a 20m² no caso de pisos, e 18m², no caso de paredes.
- Rejuntamento do tipo II: indicada para rejuntamento de placas cerâmicas em ambientes internos e externo, desde que observadas todas as condições do tipo I, além disso, o uso em locais onde haja trânsito intenso de pedestres/transeuntes, uso em conjunto com placas cerâmicas com absorção de água inferior a 3% (grupos I, segundo a NBR 13817), uso em ambientes externos, pisos ou paredes, de qualquer dimensão, ou sempre que haja juntas de movimentação e uso em ambientes internos ou externos com presença de água confinada (piscinas, espelhos d'água, etc.).

Propriedade	Unidade	Tipo I	Tipo II
Retenção de água	mm	≤ 75	≤ 65
Varição dimensional	mm/m	≤ 2,00	≤ 2,00
Resistência à compressão	MPa	≥ 8,0	≥ 10,0
Resistência à tração na flexão	MPa	≥ 2,0	≥ 3,0
Absorção de água por capilaridade aos 300 min.	g/cm ²	≤ 0,60	≤ 0,30
Permeabilidade aos 240 min.	cm ³	≤ 2,0	≤ 1,0

Quadro 6 - Requisitos mínimos de argamassa de rejuntamento

Fonte: NBR 14992 (ABNT, 2003)

Segundo Campante e Baía (2003), outras características e propriedades importantes são garantidas por fabricantes idôneos, tais como:

- Capacidade de absorver deformações: para resistir às condições de uso e às ambientais;
- Impermeabilidade: para garantir a estanqueidade do revestimento cerâmico;
- Resistência à abrasão: para resistir a operações de limpeza;
- Durabilidade: para não sofrer alterações de propriedades (por exemplo, cor) no decorrer do uso;
- Resistência a fungos.

5.4 JUNTAS

Ainda que, às vezes, não seja perceptível, em qualquer obra existem movimentações. Com o intuito de diminuir as incidências de trincas e fissuras no revestimento e descolamentos de placas devido a essas movimentações é que são usadas as juntas.

Por serem modulares, os revestimentos cerâmicos sempre apresentarão juntas entre os componentes. Porém em face das condições de uso, do tipo de base e do tipo de placas cerâmicas, pode ser necessária a utilização de outros tipos de juntas, como as de trabalho ou de movimentação e as juntas estruturais, todas usadas para dissipação de tensões vindas das deformações da base e/ou do revestimento (CAMPANTE E BAÍA, 2003).

Segundo a NBR 13755 (ABNT, 1996) é necessário manter espaçamentos ou juntas entre as placas cerâmicas na execução do assentamento, o que dá poder de movimentação ao revestimento devido à variação térmica, à expansão por umidade, às deformações estruturais e aos detalhes de paginação.

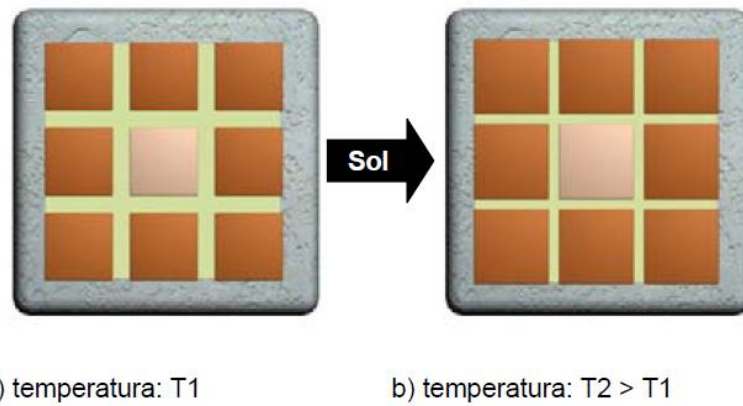


Figura 3 - Dilatação térmica do revestimento cerâmico

Fonte: Junginger (2007)

A mesma norma define:

- **Junta:** Espaço regular entre duas peças de materiais idênticos ou distintos;
- **Junta de assentamento:** Espaço regular entre duas placas cerâmicas adjacentes;
- **Junta de movimentação:** Espaço regular cuja função é subdividir o revestimento, para aliviar tensões provocadas pela movimentação da base ou do próprio revestimento, compensando a variação de bitola das placas cerâmicas facilitando do alinhamento, harmonizando o tamanho das placas e as dimensões do pano a revestir com a largura das juntas entre as placas cerâmicas, facilitando o perfeito preenchimento, garantindo a vedação completa da junta e até mesmo, facilitar a troca de placas;
- **Junta de dessolidarização:** Espaço regular cuja função é separar o revestimento para aliviar tensões provocadas pela movimentação da base ou do próprio revestimento;
- **Junta estrutural:** Espaço regular cuja função é aliviar tensões provocadas pela movimentação da estrutura de concreto.

De acordo com Campante e Baía (2003), as juntas de assentamento, conhecidas também como juntas entre componentes, têm as seguintes funções:

- Reduzir o módulo de deformação do pano de revestimento e, desta forma, aumentar a capacidade deste em absorver deformações vindas das variações térmicas e higroscópicas e das deformações da base;
- Absorver variações dimensionais entre as placas cerâmicas;
- Permitir alinhamentos precisos das placas cerâmicas, que, por terem variações dimensionais decorrentes do próprio processo de fabricação, não podem ser assentadas “a seco” sem que percam os alinhamentos.
- Permitir harmonização estética do conjunto.

De acordo com o mesmo autor, as juntas de trabalho, conhecidas como juntas de movimentação, têm as funções:

- Criar painéis de dimensões que permitam dissipar as tensões induzidas pelas deformações do próprio revestimento, somadas àquelas da própria base;
- Funcionar como juntas de controle, ou seja, ser colocadas em locais (encontro entre alvenaria e estrutura de concreto) passíveis de aparecimento de fissuras e trincas, de modo que, dissipando as tensões existentes, estas não sejam transmitidas ao revestimento cerâmico.

Finalizando, Campante e Baía (2003) explicam que as juntas estruturais, conhecidas também como juntas de dilatação, são definidas durante a elaboração do projeto estrutural e tem a função de absorver as tensões surgidas com a deformação de todo o edifício. Caso exista a junta na região a ser revestida com placas cerâmicas, obrigatoriamente a junta do revestimento cerâmico deverá respeitar a posição e a abertura da junta estrutural permitir uma deformação igual àquela prevista no projeto estrutural para a deformação do edifício.

6 PROJETO DE REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA

A elaboração do projeto de revestimento é fundamental para obtenção de um desempenho satisfatório ao longo do tempo, refletindo no aumento da qualidade e produtividade, redução das falhas, desperdícios e custos. Tem como finalidade a determinação dos materiais, geometria, juntas, reforços, acabamentos, procedimento de execução e controle. Porém, para que este objetivo seja realmente alcançado, é necessário que o projeto de revestimento externo apresente um conjunto de informações relativas às características do revestimento e da sua forma de produção (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006).

6.1 A IMPORTÂNCIA DO PROJETO

Segundo Melhado e Agopyan (1995), quando se fala em projeto de edifícios, acredita-se que se deva extrapolar a visão do produto ou da sua função. Nesse caso, fica claro que o projeto deva ser encarado, também, sob a ótica do processo (no caso, a atividade de construir). E, também nesse contexto, o projeto deve ser encarado como informação, a qual pode ser de natureza tecnológica (como no caso de indicações de detalhes construtivos ou locação de equipamentos) ou de cunho puramente gerencial - sendo útil ao planejamento e programação das atividades de execução, ou que a ela dão suporte (como no caso de suprimentos e contratações de serviços).

Desenvolver o projeto para produção de revestimento cerâmico de fachada é necessário por razões técnicas e econômicas. Além de definir os meios para que o planejamento e a programação da produção sejam eficientes, o projeto deve permitir exercer o controle de qualidade do processo dos materiais e da execução, pois oferece os principais subsídios para isto. Este processo deve considerar um conjunto de parâmetros que permitam atingir os objetivos do empreendimento. Para analisar

seu comportamento, portanto, é necessário considerar não apenas o desempenho de cada camada isoladamente, mas o desempenho do sistema como um todo, desde a base suporte, até o material cerâmico de revestimento externo - placa cerâmica (MEDEIROS; SABBATINI, 1999).

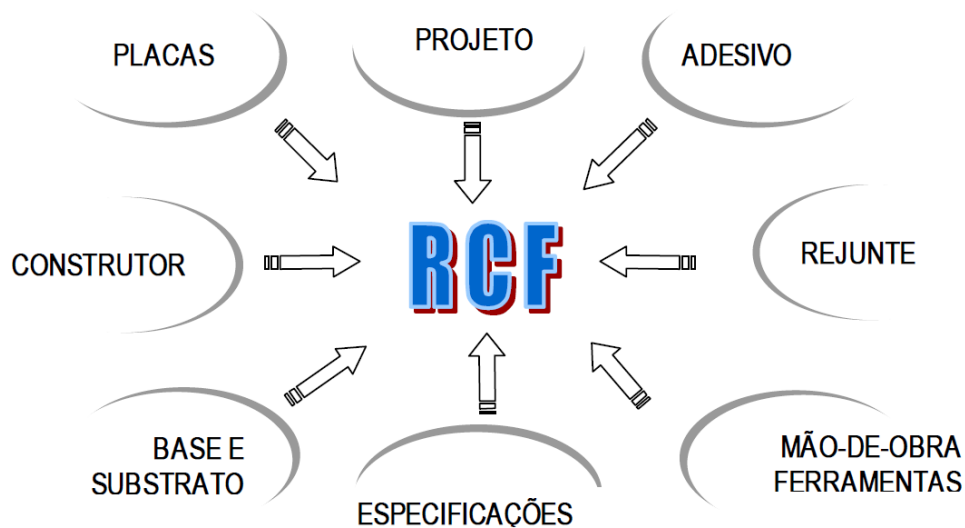


Figura 4 - Fatores e agentes que influenciam na qualidade dos RCF

Fonte: Medeiros e Sabbatini (1999)

Para Medeiros (2006), o projetista é quem tem visão da estrutura, da alvenaria e entende o comportamento do edifício como um todo, compatibilizando o funcionamento da fachada. Precisa ter experiência e conhecimento técnico para integrar a fachada. Em outras palavras, para que ela tenha a durabilidade esperada deve-se extrapolar as normas existentes, pois o conhecimento que temos no mercado e em literatura não é suficiente para projetar e executar uma fachada que ofereça essas condições.

Fiorito (1994) diz que o objetivo fundamental é o de reduzir o quanto possível os efeitos deletérios sobre o revestimento, procurando conhecer intimamente os materiais utilizados, seu comportamento, e adotando técnicas construtivas seguras e racionais.

São inúmeros os motivos que podem gerar situações e problemas patológicos em um revestimento cerâmico, mesmo quando se adota diversos tipos de placas, com comportamento, materiais e técnicas de execução diferenciadas.

Isso porque não é apenas o seu processo de fabricação e composição que são os responsáveis pelo surgimento de problemas patológicos. A etapa de elaboração de um projeto específico para revestimentos de fachada e a etapa de execução da obra são fundamentais para amenizar a ocorrência de diferentes patologias (FRANCO, 2008).

Ainda que as manifestações patológicas sejam bastante presentes nos sistemas de revestimentos cerâmicos de fachadas, há despreocupação dos construtores perante um projeto de execução deste trabalho. Sem a solicitação, o projetista não realiza o projeto e os fabricantes se interessam apenas na venda do produto. São fatores que refletem a cultura do povo, entretanto, que podem prejudicar o resultado final.

O projeto tem um papel fundamental na eficiência e qualidade do revestimento. Certamente, estas questões interessam ao empreendedor, ao projetista, ao construtor e ao usuário, logo, a tomada do projeto atua a favor do sistema e valoriza os interesses em comum neste setor de atividade econômica.

Gripp (2008) afirma que os projetos de sistema de revestimento cerâmico de fachada devem ter diretrizes e parâmetros para a sua elaboração. Além do aspecto estético, apresentar detalhes como: descrição dos produtos (substratos, argamassas adesivas, placas cerâmicas e rejuntas), posicionamento e dimensão das juntas de movimentação e assentamento (horizontais e verticais), posicionamento das telas metálicas, procedimentos de execução e detalhes específicos de acordo com o projeto executivo de arquitetura, como detalhes de platibandas e peitoris. Ainda ressalta que outro fator importante é a compatibilidade do projeto executivo do sistema de revestimento cerâmico com os demais projetos, principalmente estrutural e arquitetônico.

De acordo com Campante e Baía (2003), o projeto de revestimento cerâmico pode ser desenvolvido em conjunto com o projeto arquitetônico e deve ter como parâmetros as características da base e das camadas constituintes, as solicitações e condições de uso durante a vida útil do revestimento, a geometria dos painéis e a técnica de execução.

Segundo Medeiros e Sabbatini (1999), é possível identificar três fases de desenvolvimento de projeto de sistema de revestimento cerâmico, organizado-as em uma estratégia de elaboração de projeto essencialmente linear:

- Fase de análise e definições iniciais: o resultado é um conjunto de definições e alternativas potenciais de solução e o estabelecimento da concepção de projeto;
- Fase de discriminação e detalhamento: descreve e caracteriza a solução do projeto com base na tecnologia disponível e normalização. Definição das juntas, materiais, métodos e detalhes construtivos;
- Fase de execução: implantação do projeto na obra e verificação prática das soluções projetadas.

Campante e Baía (2003) também dividem o desenvolvimento do projeto de revestimento cerâmico em três fases:

1. Análise preliminar: na qual se procura identificar e conhecer as especificações dos demais elementos do edifício com os quais o revestimento terá interfaces.
2. Elaboração do projeto: fase em que se deve considerar a necessidade de adotar detalhes construtivos específicos, tais como: juntas, pingadeiras, peitoris, etc.
3. Redefinição do projeto: fase em que podem ser feitas as alterações que porventura sejam necessárias posteriormente na execução do revestimento.

6.2 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O projeto de revestimento diferencia-se dos demais projetos da obra por apresentar uma característica evolutiva em que alguns parâmetros usados no projeto têm que ser aferidos num determinado instante da obra, como: desaprumo

da estrutura; propriedades reais dos componentes da vedação; propriedades reais das argamassas de mercado ou dos traços das argamassas produzidas em obra; experiência das empresas aplicadoras do revestimento e outros. Só após esses parâmetros serem aferidos é que o projeto será concluído (CEOTTO et al., 2005).

Ainda que a etapa de projeto seja específica de cada obra, para que se atinja o objetivo desejado da construção, aplicação, locais, condições climáticas, entre outras variáveis, são apresentados os tópicos essenciais para o desenvolvimento de um projeto de revestimento cerâmico de fachada.

6.2.1 Parâmetros de Projeto

A realização de um bom projeto depende da qualidade e disponibilidade das informações para basear as tomadas de decisões do projetista. De acordo com Ceotto et al. (2005), para o projeto de revestimento é necessário levar em conta, entre outros, os seguintes fatores:

- a) Condições ambientais: são necessárias informações sobre condições de insolação, regime de chuvas, umidade relativa do ar, temperatura, ventos predominantes, poluentes na atmosfera e outros. Essas variáveis são importantes para a formulação das argamassas (retenção de água, permeabilidade), condições e períodos de aplicação, textura da camada decorativa, juntas, etc.;
- b) Arquitetura: projeto arquitetônico, cores, detalhes de frisos e elementos decorativos. Estas variáveis são importantes para paginação da fachada, elaboração dos reforços e juntas, definição dos pré-moldados, etc.;
- c) Estrutura: geometria, rigidez e deformações previstas. Estas variáveis são importantes para definição de juntas, detalhes construtivos das ligações das alvenarias com pilares, vigas ou lajes, preparação da base, definição da ponte de aderência (chapisco), entre outros. Estes detalhes condicionam a viabilidade do uso de revestimento de argamassa;

- d) Instalações: interferência nas fachadas, como rasgos e aberturas. Estas variáveis são importantes para a definição dos enchimentos e reforços;
- e) Vedação: detalhes deste projeto, materiais utilizados e suas interferências nos revestimentos de fachada. Variáveis importantes para a definição de juntas e reforços no revestimento de fachada, bem como da definição da ponte de aderência (chapisco) e preparação da base;
- f) Processos construtivos: estrutura (sistema de forma, velocidade de desforma, resistência do concreto, tipologia protensão), alvenaria (tipo e dimensão dos componentes de vedação), equipamentos (“andaime fachadeiro”, balancim, elétrico ou não) e mão-de-obra (nível de qualificação) previstos inicial e preferencialmente serão empregados. Estas variáveis são importantes para definições geométricas do projeto, especificação dos materiais da fachada e definição do processo de aplicação do revestimento cerâmico por completo;
- g) Prazos: o cronograma das atividades é importante para a elaboração do planejamento e para a definição de toda a logística de produção.

Alguns autores defendem que o desenvolvimento do projeto de revestimento deve ser iniciado logo após a entrega dos projetos preliminares da arquitetura, estrutura e vedação, uma vez que, nesta etapa, o projetista de revestimento consegue interagir com os projetistas das outras partes da construção. Isto faz com que as chances de incompatibilidade entre os projetos reduzam. Caso o projeto seja iniciado com a obra em andamento, a ação do projetista de revestimento tende a ser insatisfatória, já que as decisões tomadas nos projetos anteriores servirão como condicionantes de projeto.

Campante a Baía (2003) mostram que os parâmetros de projeto devem ser observados no momento da especificação do revestimento cerâmico. Apresentados:

- Características da base: Tipos de alvenaria (blocos de concreto, blocos cerâmicos, tijolos maciços, bloco sílico-calcário ou de concreto celular auto-clavado) ou outros tipos de vedação (Dry Wall ou cimentícios), ou também elementos estruturais (vigas, lajes e pilares de concreto armado);
- Características das camadas constituintes: deve conter obrigatoriamente chapisco, para o emboço externo obedecer valores mínimos de espessura (20 mm), traço adequado, ter planicidade, rugosidade, na camada de fixação das

placas, definir a espessura da camada de acordo com a geometria do verso (tardoz) das placas cerâmicas;

- Solicitações do revestimento: no emboço onde é exigida maior resistência à ação de intempéries até que a camada de fixação seja aplicada, apesar das placas cerâmicas possuírem grande resistência mecânica, são componentes modulares e necessariamente, em sua aplicação, precisam da formação de juntas projetadas.
- Condições de exposição: deve ser levado em conta as variações térmicas, e higroscópicas produzidas pela exposição à intempéries da placas cerâmicas, aliadas ao clima predominante na região, à intensidade pluviométrica, picos de temperaturas diárias, possibilidade de ocorrência de chuvas ácidas, dentre outros fatores climáticos.
- Geometria dos painéis: influência das dimensões sobre às deformações, definição das juntas para o não aparecimento de patologias, detalhamento da paginação obedecendo às dimensões modulares e criando painéis sem cortes de placas, uniformidade visual dos encontros entre painéis;
- Técnicas de execução: Revestimento cerâmico convencional (“argamassas convencionais”, dosadas em obra, método tradicional) ou revestimento racionalizado (com argamassas colantes, separação entre camadas de regularização e o assentamento do revestimento cerâmico). Considerando a maior viabilidade de revestimento racionalizado em termos de produção.

6.2.2 Discriminação e Detalhamento

O detalhamento transmite e auxilia a compreensão proposta pelo projetista. Os essenciais detalhamentos são, de acordo com Campante e Baía (2003) e Ceotto et al. (2005):

- Projeção das fachadas (arquitetura) sobre a estrutura de concreto;

- Locais em que serão revestidos com cerâmica;
- Elevação das fachadas, posicionando os frisos, “bunhas” e/ou as juntas de movimentação, estruturais;
- Dimensões dos frisos, bunhas e seus respectivos moldes para executá-los;
- Dimensões e tipos dos componentes estruturais (vigas, pilares, lajes);
- Posicionamento e identificação das molduras (janelas, portas, sacadas, varandas, etc.), presença de ressaltos estruturais, pingadeiras, peitoris, platibandas e outros elementos decorativos, definidos no projeto arquitetônico;
- Fixação dos elementos decorativos (pré-moldados), que deverá ser compatibilizada e aprovada pelo projetista, fazendo parte do projeto;
- Localização de pontos de água, luz, gás, etc.;
- Indicação das regiões que deverão ser reforçadas com telas ou outro material (planta e elevação);
- Posicionamento dos “balancins fachadeiros” e dos demais equipamentos de transporte e mistura.

Campante e Baía (2003) recomendam algumas ações que ajudam a prevenir o aparecimento de patologias:

- Peitoris avançando nas janelas, com projeção mínima de 25 mm;
- Lajes com ressaltos nas fachadas, proporcionando a divisão dos painéis de revestimentos cerâmicos e permitindo, portanto, maior capacidade de absorver deformações;
- Utilização de revestimentos cerâmicos diferentes sobre os componentes estruturais, permitindo a construção de juntas entre eles e vedação;
- Verga e contravergas salientes que funcionem como pingadeiras, o que permite diminuir as dimensões dos painéis de revestimento;
- Definir os arremates no topo do edifício, revestindo totalmente as platibandas;
- Prover beirais revestidos com cerâmica de sistemas de calhas para captação de águas pluviais;

- Nas arestas vivas dos revestimentos internos, deve-se empregar cantoneiras para acabamento e proteção;
- Nos arremates de encontros de paredes e pisos é possível executar uma junta de movimentação;
- No encontro dos revestimentos com as esquadrias (janelas e portas), os marcos e contramarcos, ou mesmo batentes, deve-se determinar o nivelamento da superfície final do revestimento e as guarnições devem permitir um correto acabamento.

6.2.3 Especificações

Segundo Ceotto et al. (2005), na fase final do projeto, os materiais e equipamentos envolvidos no processo devem ser indicados de forma exata para não ocorrerem improvisos ou substituições com materiais que não apresentem características ou desempenhos esperados.

Devem ser especificados ainda:

- Os equipamentos para o preparo e limpeza das bases que proporcionem ao chapisco/argamassa microancoragem e macroancoragem;
- Os chapiscos industrializados: desempenhos mínimos de aplicação mecânicos e físicos esperados;
- Os chapiscos produzidos em obra: os materiais constituintes, a composição das misturas e os desempenhos de aplicação mecânicos e físicos esperados;
- As argamassas produzidas na obra: os materiais constituintes, composição das misturas e os desempenhos mínimos de aplicação mecânicos e físicos esperados;
- As argamassas de emboço industrializadas: desempenhos mínimos de aplicação mecânicos e físicos esperados;

- As telas de reforço: telas plásticas, telas metálicas galvanizadas (eletrossoldadas, viveiros e pinteiros) e telas de fibra de vidro (álcalis resistente) devem ser dimensionadas e posicionadas em projeto;
- Os acabamentos: podem ser em forma de pintura, argamassas cimentícias ou poliméricas (rejuntaimento) e revestimento cerâmico. Devem ser abordados em projeto considerando o dimensionamento de elementos como juntas e frisos.

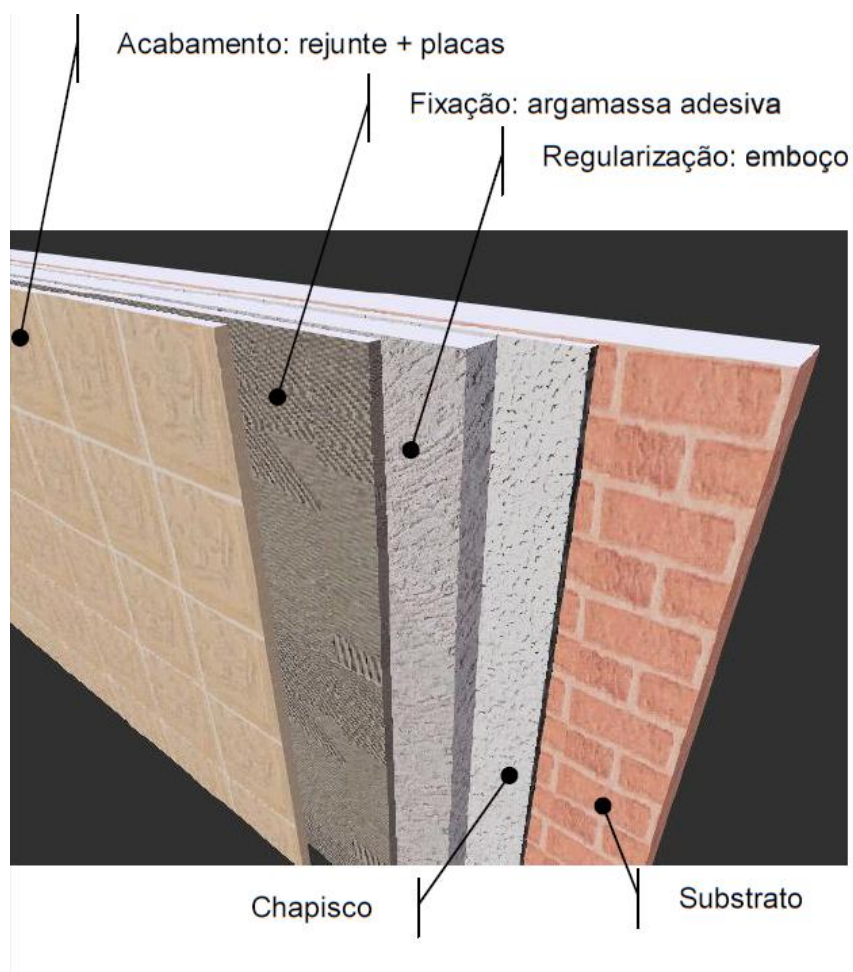


Figura 5 - Sistema revestimento cerâmico

Fonte: Junginger (2007)

6.2.4 Diretrizes para a escolha de materiais

Segundo Campante a Baía (2003), durante a elaboração do projeto deve-se especificar os materiais de comprovada qualidade (ou seja, materiais com qualidade certificada por organismos credenciados pelo INMETRO; no caso das placas cerâmicas, o organismo credenciado é o Centro Cerâmico do Brasil – CCB).

As escolhas das argamassas e das placas cerâmicas a serem utilizadas na obra podem ser orientadas:

- Pelas diretrizes propostas pelo projetista e explicitadas no projeto de revestimento;
- No caso de argamassas industrializadas, pelos dados de desempenho fornecidos pelos fabricantes;
- E por testes realizados nas condições reais da obra (painéis protótipos, por exemplo).

De acordo com Ceotto et al. (2005), qualquer que seja a alternativa de produção das argamassas escolhida, seja industrializada ou preparada em obra, assim como o tipo de placa cerâmica, efetua-se o estudo detalhado de todos os fatores que intervirão na qualidade e produtividade dos serviços:

- Armazenamento de insumos e local de produção;
- Interferências no *layout* e no fluxo de materiais;
- Equipes de canteiro;
- Controle de qualidade no recebimento dos materiais;
- Controle da produção de argamassa;
- Equipamentos de mistura e forma de aplicação;

Na avaliação das argamassas, tanto industrializadas como produzidas em canteiro, deverão ser considerados os parâmetros especificados pelo projetista do revestimento, com indicação clara dos intervalos aceitáveis para as seguintes determinações:

- Resistência à compressão e à tração na flexão (NBR 13280);
- Retenção de água (NBR 13277);
- Módulo de elasticidade;
- Resistência de aderência à tração (NBR 13528 e 13749);
- Resistência de aderência à tração superficial.

Como o desempenho do sistema de revestimento resulta da interação de quatro agentes – base, argamassa, revestimento final e processo –, o projetista deverá avaliar as características da interação de cada um destes agentes para a indicação dos produtos que melhor atendam às especificações. Os fabricantes de argamassa deverão fornecer o sistema chapisco/argamassa ou indicar o chapisco compatível com a sua argamassa.

6.2.5 Parâmetros de Execução

O acompanhamento e controle das etapas que compõem o processo executivo também faz parte do procedimento de desenvolvimento do projeto de revestimento cerâmico de fachada. Segundo Ceotto et al. (2005), este documento deve ser parte integrante do processo de contratação das empreiteiras, que através dele terão prévio conhecimento da forma de execução e controle dos serviços pelas construtoras. A equipe administrativa da contratante (engenheiros, estagiários, mestres, contra mestres, encarregados) e a equipe de produção da contratada (encarregados, pedreiros, tarefeiros) deverão ter pleno conhecimento deste procedimento de execução, de forma a garantir o bom andamento do processo construtivo.

O controle de execução do revestimento cerâmico envolve um conjunto de ações realizadas em todas as etapas: antes do início da execução do revestimento, durante e após a sua conclusão. Para que este controle seja possível, é necessário definir quais são os itens que devem ser verificados e os limites de tolerância para

cada um deles. É importante manter o registro de todas as inspeções realizadas (CAMPANTE e BAÍA, 2005).

6.2.6 Controle e Inspeção

Como trata Ceotto et al (2005), o procedimento de controle deve conter período, inspeção, amostragem, procedimento de ensaio e eventuais disposições. O principal objetivo das recomendações técnicas de manutenção é transmitir aos usuários do empreendimento a correta utilização e manutenção do revestimento de fachada, de acordo com os sistemas construtivos e materiais empregados, alcançando, assim, a vida útil do revestimento prevista pela construtora.

Esta deverá fornecer aos seus clientes um manual contendo tais orientações, em que é importante a abordagem dos seguintes tópicos:

- Inspeção rotineira das fachadas;
- Conservação e limpeza;
- Restaurações das condições originais; e
- Validades e garantias.

6.2.7 Conteúdo do Projeto

A seguir, de acordo com Ceotto et al. (2005) é descrito o conteúdo básico de um projeto de revestimento.

6.2.7.1 Relação dos Projetos consultados e analisados

Deverão ser informados os documentos (desenhos, especificação técnica, memorial descritivo, especificação dos materiais) dos projetos envolvidos na execução da obra, especificamente os que interferem no revestimento externo (projeto estrutural, arquitetônico, instalações, caixilhos, alvenaria/ vedação, cobertura e outros).

6.2.7.2 Detalhamento Construtivo

O projeto deve conter todas as definições geométricas e posicionamento dos seguintes detalhes construtivos:

- a) frisos e juntas;
- b) elementos decorativos;
- c) pingadeiras;
- d) soleiras;
- e) guarda-corpos;
- f) peitoris.

6.2.7.3 Memorial de especificações de materiais

Deverão ser definidas pelo projetista:

- a) as propriedades das argamassas de chapisco, emboço, de acabamento e das placas cerâmicas;
- b) as especificações dos materiais das juntas de movimentação;
- c) as especificações das telas, ou de outro material, indicando as dimensões dos reforços.

6.2.7.4 Memorial Executivo

Tem como objetivo padronizar os trabalhos nas diversas etapas, desde a escolha dos fornecedores de argamassas e placas cerâmicas até o recebimento final do revestimento aplicado.

Faz parte desta etapa o que se segue:

- Instruções e dimensões mínimas para execução dos painéis protótipos, das amostras para seleção das argamassas;
- Descrição das inspeções e dos ensaios laboratoriais a serem executados nas argamassas aplicadas nos painéis protótipos junto às placas cerâmicas e descrição de controle durante a execução do revestimento;
- Instruções para a rastreabilidade dos lotes de aplicação das argamassas nas fachadas;
- Controle no recebimento dos materiais;
- Critérios para a definição de lotes de materiais recebidos e aplicados;
- Preparo e aplicação das argamassas;
- Preparo e aplicação das placas cerâmicas;
- Definição de rotinas de inspeções dos lotes das fachadas;
- Definição de um controle de qualidade para o recebimento dos serviços;
- Posicionamento e dimensionamento dos balancins e andaimes fachadeiros;

- Definição das etapas de execução e seus intervalos;
- Critérios de mapeamento e taliscamento;
- Procedimento de execução, aplicação, controle e aceitação:

6.2.7.5 Definição e Controle

O procedimento de controle deve conter período, inspeção, amostragem, procedimento de ensaio e eventuais disposições, além dos itens abaixo:

- Recebimento dos materiais;
- Aceitação da base;
- Preparo e aplicação das argamassas – chapisco;
- Aceitação do chapisco;
- Preparo e aceitação das argamassas – emboço;
- Colocação das telas;
- Aceitação do emboço e de detalhes construtivos;
- Preparo e aceitação da argamassa colante;
- Preparo e aceitação das placas cerâmicas;
- Aplicação da argamassa colante;
- Assentamento das placas;
- Preparo e aceitação do rejunte;
- Aplicação do rejunte;
- Aceitação do revestimento final.

6.2.8 Atribuições de Responsabilidades na fase de projeto

Compete ao projetista:

- Solicitar todas as informações técnicas necessárias (à administração da obra e aos fornecedores de insumos) para execução de um projeto que atenda às expectativas do cliente;
- Fazer o projeto dentro das diretrizes fixadas pela construtora e pelos demais projetistas (estrutura, vedação, etc.);
- Definir através de indicação clara os intervalos aceitáveis para os parâmetros especificados no projeto.

Compete à administração da obra/construtora:

- Fornecer ao projetista todas as informações técnicas relevantes sobre os procedimentos e controles normalmente utilizados pela construtora, bem como todos os projetos (estrutura, arquitetura, vedações, etc.) necessários;
- Definir o sistema de produção: produção no canteiro ou argamassa industrializada, fornecimentos em silos ou em sacos, central de produção ou argamassadeiras nos andares;
- Efetuar análise crítica do projeto, discutir e apontar necessidade de modificações ou adequações em função, entre outras coisas, do sistema de produção.

Compete ao fabricante de argamassa e/ou aos fornecedores de insumos:

- Fornecer as informações técnicas sobre o desempenho e características tecnológicas de seus produtos.

Compete à mão-de-obra:

- Por intermédio da equipe técnica da obra fornecer informações ao projetista que contribuam com a construtibilidade e produtividade da obra.

7 PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO

O planejamento da produção do revestimento externo cerâmico, assim como todas as atividades inerentes ao processo de execução de uma edificação, deve estar principalmente vinculado ao planejamento geral da obra. Nesse planejamento poderão ser consideradas as características físicas e operacionais da obra, como a escolha e contratação dos recursos, seleção e treinamento da equipe de trabalho a logística do sistema e o plano de ataque.

De acordo com a Comunidade da Construção (2006), o desenho da fachada do edifício deve ser estudado minuciosamente a fim de definir a posição dos jálús, área de fachada a ser revestida, o tempo de execução dos serviços com base nos índices de produtividade e os equipamentos e ferramentas a serem transportados para cada etapa de execução. Deve-se determinar as atividades para cada etapa de subida e descida dos balancins, visando garantir a qualidade do serviço em análise. A seguir serão apontados os pontos relevantes do planejamento:

- Área total do revestimento externo;
- Produtividade da mão-de-obra por m²/dia/homem;
- Dimensionamento da mão-de-obra;
- Disposição de balancins, quantidade e dimensões máximas possíveis;
- Número de funcionários por balancim;
- Situação da estrutura e vedações externas para previsão da espessura média do revestimento;
- Análise do processo de abastecimento de material no local de aplicação;
- Dificuldade de execução de reforços e juntas;
- Dificuldade de execução dos detalhes arquitetônicos;
- Determinação do ciclo de balancins: considerada 1 balançada por dia equivalente a 10 m² (conforme orçamento - 3,50 m de comprimento do balancim x 3,0 m de altura);

- Necessidade de proteção das fachadas com telas;
- Período do ano em que os serviços de revestimento externo serão executados.

7.1 ESCOLHA E CONTRATAÇÃO DOS RECURSOS

Segundo Ceotto et al. (2005), diversos fatores interferem no dimensionamento dos recursos necessários à execução do revestimento cerâmico, como por exemplo a decisão sobre o sistema de produção e transporte dos materiais, a quantificação dos trabalhos e os índices de produtividade. As definições mais importantes, que orientarão todo o projeto da produção e influenciarão diretamente os custos, o prazo e a qualidade da obra, dizem respeito às equipes de produção, primeiramente, se serão próprias ou terceirizadas, depois ao fornecimento da argamassa, se preparada na obra ou industrializada. A área para estocagem de materiais e a dimensão do canteiro da obra, instalação e capacidade dos solos, o transporte horizontal e vertical, capacidade e períodos disponíveis do elevador de obras também são importantes. Equipamentos necessários e locais de preparação da argamassa, reservas estratégicas de material, o plano de ataque da obra, por exemplo, quantas torres simultaneamente, quantas fachadas ao mesmo tempo, por onde iniciar, finalizando com o cronograma da obra.

7.1.1 Mão de obra

Campante e Baía (2003), afirmam que em relação à mão de obra a ser empregada do revestimento cerâmico, é preciso estar atento para o fato de que dela

dependerá grande parte do resultado final. Por isso, empregar mão de obra treinada e habilidosa é a chave para um revestimento cerâmico bem feito.

A formação das equipes deve ser calcada no perfil de capacitação técnica requerida dos encarregados, pedreiros, operadores de bombas e argamassadeiras, assentadores de placas; assim como no treinamento para serviços especiais, argamassa projetada, fixação de reforços, acabamento de juntas com selantes flexíveis, aplicação de pré-moldados com “insertes” metálicos ou colas especiais; e não menos importante, na definição do número necessário de profissionais/equipes, considerando a produtividade média do processo, o cronograma da obra e o plano de ataque anteriormente definido (CEOTTO et al., 2005).

Barros e Sabbatini (2001) mencionam que, buscando-se obter produtos de melhor qualidade possível, com os materiais adequadamente utilizados e com uma produção satisfatória, deve-se alocar operários cujo trabalho seja reconhecidamente de qualidade, procurando sempre aprimorar suas habilidades através do treinamento específico, competição, integração entre equipes, estímulo econômico a partir da produtividade e qualidade obtidos, entre outros.

7.1.2 Escolha do Revestimento Cerâmico

Para Sabbatini e Barros (2003), a escolha do revestimento cerâmico, deve-se basear nas solicitações de uso o qual ele será empregado, dando atenção às propriedades: resistências mecânicas (tração; choque; abrasão; puncionamento), resistência química, resistência ao manchamento, estabilidade dimensional, conforto tátil, facilidade de limpeza, resistência ao escorregamento, impermeabilidade, durabilidade, etc. Requisitos construtivos como saliências no tardo, absorção e porosidade, tolerâncias de fabricação, espessura, assim como exigências estéticas e econômicas também são relevantes na escolha.

O mercado nacional possui ampla gama de placas cerâmicas, ou seja, há uma variedade de formatos, cores, tonalidade e características, porém o mais

importante é que as placas compradas tenham as características exigidas no projeto de revestimento. A compra das placas cerâmicas certificadas é importante, pois são placas que passaram por um processo de verificação de suas características, realizado por um organismo certificador credenciado pelo INMETRO, segundo a NBR 13818 (ABNT, 1997). Também significa a garantia de que o comprador não precisa confiar apenas no controle de qualidade interno do fabricante (CAMPANTE E BAÍA, 2003).

7.1.3 Escolha das Argamassas

Quanto à compra das argamassas colantes, é preciso se certificar que o material comprado corresponde aos requisitos do projeto de revestimento e respeita as determinações da normalização (NBR 14081, 2004). A compra de materiais de fabricantes idôneos é uma garantia para o comprador, não só pela qualidade intrínseca do material como pela preocupação em oferecer argamassas específicas para assentamento de materiais não referenciados nas normas, como, por exemplo: porcelanatos, pastilhas de porcelana e de vidro, ou mesmo pedras naturais (CAMPANTE E BAÍA, 2003).

Segundo Barros e Sabbatini (2001), é necessário, inicialmente, conhecer as características das argamassas de marcas idôneas disponíveis, para então optar pela compra do lote. Como sistemática, pode-se escolher aleatoriamente amostras de diversas marcas e fazer alguns testes, de simples e rápida execução, como tempo de abertura, tempo de ajustabilidade e tempo de vida útil da argamassa. Com estes dados em mãos e o custo de cada produto é possível decidir qual argamassa proporciona melhor eficiência. Ainda acrescenta que, para uma compra melhor aprofundada, recomenda-se a avaliação da resistência de aderência potencial e para argamassas flexíveis, a capacidade de absorver deformações.

Ceotto et al., (2005) diz que, no caso de argamassas industrializadas, o fabricante deverá apresentar à construtora uma ficha técnica do sistema

base/chapisco/argamassa contendo todos os valores das propriedades solicitadas pelo projetista, atestando que o sistema atende às especificações previstas no projeto e que tem condições de manter essas propriedades ao longo de todo o fornecimento. Valores e propriedades como o tempo e forma de mistura: manual ou mecânica, argamassadeira de eixo contínuo ou de pás, relação entre água e materiais secos a ser observada na preparação da argamassa para aplicação, forma de aplicação, espessura máxima das camadas, espessura máxima sem reforço, número máximo de camadas sem reforço, remistura, adição de outras substâncias, reaproveitamento e descarte da argamassa.

Se argamassa for preparada em obra, o projetista deverá participar da escolha dos fornecedores de insumos (areia, cimento, cal, etc.), bem como fornecer a composição do chapisco e argamassa que atendam aos parâmetros por ele especificados. Porém, o grande problema da variabilidade do desempenho das argamassas produzidas em obra é a variabilidade do seu único insumo não industrializado, a areia. Na areia, o ideal é a determinação da curva granulométrica e do teor de impurezas, entretanto esse material apresenta grande variabilidade durante as estações do ano. Mesmo fazendo esse controle, pode não ser possível a correção da granulometria da areia em determinada época do ano, por total falta de material de compensação. Dessa maneira, tem que se avaliar a possibilidade real de correção da granulometria ou a execução de um novo estudo de dosagem (CEOTTO et al., 2005).

Pode-se fazer painéis teste para avaliar o comportamento e as propriedades dos diversos materiais a serem empregados para execução do revestimento externo: chapisco, argamassa de revestimento, argamassa colante e placas cerâmicas.

7.1.4 Equipamentos e Ferramentas

Considerando todas as características do processo de produção das argamassas e dos revestimentos, os detalhes construtivos projetados e as formas de

estocagem e transporte de materiais, devem ser definidos todos os equipamentos, ferramentas e outros insumos necessários. Para Ceotto et al. (2005), em função do cronograma, do plano de ação, da disponibilidade do canteiro e da produtividade média, dos ensaios de resistência deverá ser definido o esquema de operação e/ou o número necessário de equipamentos, englobando:

- Depósitos cobertos: capacidade de estocagem, distância da portaria e do equipamento de transporte vertical, altura máxima das pilhas, ordem de abastecimento e retirada de sacos de aglomerantes ou argamassa industrializada;
- Locais de produção: áreas de estoque insumos/argamassa, *layout*, número e capacidade dos equipamentos de mistura, recipientes para dosagem dos materiais, abastecimento de água e energia elétrica, depósito de argamassa intermediária;
- Silos: quantidade e capacidade volumétrica, localização, fundações especiais, velocidade de mistura e capacidade de bombeamento, velocidade de reabastecimento, equipe de manutenção;
- Gruas e caçambas: raio de alcance, capacidade, acesso aos pavimentos, períodos de disponibilidade;
- Guinchos: capacidade, localização, interferência da fixação nos serviços de fachadas; elevadores suspensos: tipo e modelo, capacidade de carga e tamanho da plataforma, interferências entre balancins vizinhos, plataformas especiais para quinas e reentrâncias nas fachadas;
- Elevador de obras: capacidade, períodos em que serão abastecido os andares, forma de transporte entre o depósito, ou central de produção, até o elevador;
- Palletes/bags: dimensionamento das quantidades, quantidade e disposição dos carrinhos paleteiros em função dos locais e das quantidades de material a serem transportadas;
- Argamassadeiras: tipo e modelo, capacidade de produção, número e disposição nos andares, pontos de água e energia, masseiras intermediárias; equipamentos de limpeza das alvenarias e concretos: bomba de

hidrojateamento, escovas de cabo longo com cerdas de aço, escovas de piaçava, lixadeiras mecânicas, serras manuais para corte de pontas de ferro, lixas d'água, espátulas, marteletes, etc.;

- Equipamentos e ferramentas para execução dos revestimentos: carrinhos de mão, caixas de massa, apoios para caixas de massa, andaimes ou banquetas para serviços acima de 1,50 m de altura a partir do piso, arames de fachada e contrapesos, ganchos para fixação de guias ou régua em requadramentos, régua de alumínio, esquadro, fio de prumo, linha, trena, colher de pedreiro, broxa, desempenadeiras de aço, madeira ou feltro, desempenadeiras para quinas ou cantos reentrantes, rolos para aplicação de chapisco, cortador de vídia manual, serra elétrica portátil com disco de corte adiamantado, martelos, de borracha e aço, furadeira elétrica com serra copo ou broca tubular, materiais deformáveis (isopor, corda betumada, borracha alveolar, cortiça, espuma de poliuretano, etc.), talhadeira e formão, régua (perfil de alumínio tubular com aproximadamente 2m), linha de nylon, prego de aço, lápis, trena e/ou metro, espátula, esquadro de alumínio, nível de bolha e de mangueira, copo dosador, recipiente para mistura, vassoura e rodo, baldes plásticos;
- Equipamentos e ferramentas especiais: projetor de argamassa/mangotes e bocais, gabaritos pré-fabricados para requadramento de vãos, formas para peitoris e pingadeiras, frisadores, finca-pinos, tesoura para corte de telas, serras ou escovas (massa raspada), aplicador de selante (juntas, arremates), etc.;
- Equipamentos de proteção coletiva e individual: rampas, túneis, telas, botas, cintos de segurança tipo paraquedista, trava-quedas com corda, capacete, óculos de segurança, luvas de borracha, cinto, e outros que se fizerem necessários.

7.1.5 Componentes especiais

Os componentes especiais do revestimento da fachada, como quadros e peitoris pré-moldados, cornijas, faixas, telas de reforço, bem como todos os insumos necessários para sua aplicação (finca-pinos, tesouras de corte, grampos, argamassas colantes ou adesivos especiais, insertos metálicos, etc.) deverão ser especificados e quantificados previamente. As atividades dentro do cronograma geral de execução são baseadas nas particularidades do sistema e processo de aplicação, procurando-se otimizar a sequência dos serviços. Com base no tipo de serviço e fase em que se encontra a obra, todas as ferramentas necessárias deverão estar disponíveis, evitando qualquer tipo de improvisação (CEOTTO et al., 2005).

7.2 PROCEDIMENTOS DE PRODUÇÃO

A execução dos revestimentos envolve uma série de etapas, com atividades próprias e procedimentos específicos, que devem estar bem definidos para que seja alcançado um maior nível de racionalização das atividades de execução. As etapas gerais da execução do revestimento cerâmico em fachadas são, segundo Campante e Baía (2003): o preparo do substrato (emboço); a execução da camada de acabamento, preparo e aplicação da argamassa colante, assentamento da cerâmica e a execução de juntas.

Não obstante, necessita-se observar se as etapas que antecedem o início do revestimento externo, bem como os prazos mínimos especificados pelas normas brasileiras. Estrutura e vedações externas concluídas, materiais, equipamentos e ferramentas disponíveis, mão de obra contratada, montagem dos balancins executada, elementos pré-moldados e decorativos planejados e/ou executados,

colocação da tela de proteção de fachada, são exemplos de verificações importantes a serem feitas, antes do início da execução.

7.2.1 Plano de Ação

De acordo com o a Comunidade da Construção (2006), nesta etapa, como todas as providências iniciais foram analisadas, então estipula-se por onde “atacar” os pontos de execução do revestimento externo. A planta baixa da edificação e o desenho da fachada servem de base para determinar a quantidade necessária e o posicionamento dos jahús, para garantir o revestimento de toda a fachada. Será determinado também o comprimento máximo dos jahús / balancins. Nesta etapa, serão estabelecidos quais jahús / balancins irão atacar primeiramente e, após execução do serviço estipulado, cada responsável passará para outro jahú / balancim. Se possível, deve-se executar a fachada em etapas. Exemplo: inicialmente, fachada frontal e lateral esquerda; posteriormente, o fundo e a lateral direita.

O objetivo do mapeamento é obter as distâncias entre os arames e a fachada em pontos localizados nas vigas, alvenarias e pilares, para a definição das espessuras dos revestimentos. O posicionamento dos arames deve seguir a seguinte sequência feita por Ceotto et al. (2005):

- Identificar os eixos da estrutura na platibanda;
- Definir previamente o afastamento inicial dos arames em relação às platibandas;
- Locar dois arames em cada lado das quinas distanciadas de 10 cm a 15 cm, bem como dois arames nas laterais das janelas;
- O afastamento máximo entre os arames deve ser menor que o comprimento das régua a serem utilizadas no sarrafeamento;

- Fornecer ao projetista o registro das espessuras entre o arame e as bases deverá ser fornecido ao projetista, que estabelecerá as espessuras dos revestimentos, os ajustes e os locais que devem ser reforçados.

A grande vantagem de mapeamento da fachada é o poder analítico edificação por completo, permitindo identificar se somente em alguns pontos se tem uma espessura maior e, assim, proceder antecipadamente a escarificação da base. O que deve ser feito com cuidado, para não comprometer as recomendações de norma para cobrimentos mínimos de vigas e pilares e, conseqüentemente, não prejudicar a espessura de todo o pano por conta de um único. Isso não seria possível sem fazer o mapeamento.

7.3 CRONOGRAMA

O planejamento do cronograma de execução do revestimento externo de um empreendimento é de grande importância no contexto geral da obra, principalmente próximo do seu final. É nessa fase que deverão ser recuperados eventuais atrasos, não havendo muitas possibilidades de “replanejar” caso se queira efetivamente cumprir o prazo de entrega da obra.

Ceotto et al. (2005) propõe a elaboração do cronograma baseada nos índices de produtividade e nos fatores que dificultam a produção. Isto auxiliará na determinação da duração das atividades, visando sempre o cumprimento do cronograma da obra. A seguir são apresentados alguns pontos que podem servir de referências iniciais:

- Área a ser executada: levantamento da área total de revestimento externo;
- Produtividade da mão-de-obra: $m^2/dia/homem$;
- Dimensionamento da mão-de-obra: equipes;
- Disposição de balancins, quantidade e dimensões máximas possíveis;
- Número de funcionários por balancim;

- Situação da estrutura e vedações externas (prumo, planicidade) para previsão da espessura média do revestimento;
- Análise do processo de abastecimento de material no local da aplicação;
- Dificuldade de execução de reforços e juntas;
- Dificuldade de execução dos detalhes arquitetônicos (peitoris, frisos);
- Determinação do ciclo dos balancins: a média estimada de “balançadas” por dia, considerando as dimensões das faixas de revestimento, o tamanho dos balancins – comprimento das plataformas;
- Necessidade de proteção das fachadas com telas;
- Período do ano em que os serviços de revestimentos externos serão executados.

Como recomenda ainda o autor, uma vez o cronograma estabelecido, torna-se necessário um sistema de registro para controlar e monitorar o andamento dos serviços, possibilitando a tomada ágil de providências corretivas em caso de necessidade, como ações visando à recuperação de atraso no cronograma e outras. É válido enfatizar que, na elaboração do cronograma, parte-se do princípio de que o prazo de execução será fielmente cumprido, a fim de se evitarem prejuízos para o empreendimento em questão e para a própria imagem da construtora.

8 EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA

Um projeto de revestimento cerâmico de fachada não responde apenas à especificação dos melhores produtos que compõem um sistema, ou seja, não se resume a um projeto de produto. Significativa parcela das patologias nas fachadas é decorrente de falhas durante a sua produção. Logo, além de selecionar um bom material, elaborar plantas e desenhos é necessário oferecer o detalhamento construtivo essencial para que as decisões sejam planejadas, em vez de serem improvisadas em canteiros.

A atividade de projetar não pode ser resumida à caracterização geométrica e das especificações de acabamento do produto desejado - uma série de dados quanto ao processo de produção devem ser colocados entre as informações que compõem o conjunto de elementos de projeto. "O projeto deve incluir informações dirigidas às especificações do produto a ser construído e também dos meios estratégicos, físicos e tecnológicos necessários para executar o seu processo de construção" (MELHADO; AGOPYAN, 1995).

Além do aspecto econômico e técnico, o desenvolvimento do projeto de revestimento cerâmico de fachadas define os mecanismos ideais para que se atinja a eficiência do processo de execução, oferecendo o planejamento e a programação. Torna-se um conjunto de parâmetros que permite alcançar os objetivos do empreendimento.

Campante e Baía (2003) defendem um conjunto de atividades que resultam na execução do revestimento cerâmico: planejamento (preparação para a execução dos serviços, tais como compra técnica, estoque de material e escolha de mão-de-obra), preparo do substrato (também as atividades de verificação do substrato) e execução da camada de acabamento (preparação e espalhamento da argamassa colante, o assentamento das placas, o rejuntamento e execução das juntas de trabalho).

8.1 TREINAMENTO DAS EQUIPES

De acordo com Ceotto et al. (2005), o treinamento da equipe técnica da obra deve abordar todos os aspectos e fases da produção, usando-se como instrumento o projeto e o planejamento dos serviços. O projeto e o planejamento têm que ser utilizados neste treinamento de forma intensa, de maneira que a equipe técnica da obra tenha domínio sobre todos os seus detalhes. O projetista e os fabricantes dos insumos a serem utilizados no sistema de revestimento têm um papel importante neste treinamento, devendo participar intensamente dele. O responsável pelo treinamento da equipe técnica da obra é administrador do canteiro, que coordena a participação do projetista e dos fabricantes.

O treinamento da equipe de pedreiros é realizado por um profissional capacitado em avaliar o aprendizado do funcionário na execução de revestimento externo em cerâmica. O período de treinamento deverá ser suficiente para expor aos alunos a parte teórica e realizar aulas práticas em campo. Como parâmetro, pode ser usado o programa de treinamento específico para o serviço de revestimento externo do SENAI, que contempla desde assuntos de relações interpessoais, segurança no trabalho, qualidade, produtividade e racionalização, projeto e planejamento do revestimento de fachada, e principalmente, as técnicas de execução de cada parte do revestimento (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006).

Uma equipe corretamente treinada e capacitada poderá controlar adversidades na fase de construção, mantendo os princípios da tecnologia utilizada e planejamento, com pouca probabilidade de erro. Isso é algo particularmente importante quando estamos lidando com a produção de revestimento de fachada, pois a acessibilidade da equipe técnica da obra aos locais de produção é bastante dificultada (acesso aos balancins ou andaimes fachadeiros). A qualidade desta etapa depende sobremaneira do autocontrole do operário. Não existe autocontrole sem bom nível de capacitação e motivação (CEOTTO et al., 2005).

8.2 LOGÍSTICA DO SISTEMA

No contexto da obra, é usual tratar a logística como tudo o que envolve o arranjo físico do canteiro e a movimentação de pessoas, materiais e equipamentos, e as atividades que dão suporte à produção propriamente dita. Os principais aspectos a serem buscados é a redução das áreas de estocagem, redução das perdas nas etapas de transporte, redução das perdas no preparo dos materiais constituintes, otimização das operações de transporte, evitando tempo de espera e desabastecimento das frentes de trabalho, além de buscar agilidade no preparo da argamassa (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006).

Materiais como areia, arenoso e saibro devem ser recebidos e estocados em baias. Cimento e argamassa industrializada podem ser adquiridos a granel, e ser estocados em silos, ou ensacados, devendo ser empilhados atendendo à quantidade máxima de sacos por pilha, protegidos de umidade e em local seguro, conforme orientação do fabricante. As placas cerâmicas podem ser adquiridos em caixas, ou até mesmo *pallets* e ser estocadas em pilhas atendendo à quantidade máxima de empilhamento, protegidas da umidade e em local seguro, conforme orientação do fabricante. Para garantir a integridade dos materiais, o responsável pela recepção na obra deve estar atento se a área está livre e desimpedida para transporte, se há local para estocagem, qual a forma de armazenar, como manusear e ainda fazer a inspeção do material.

Para transporte das argamassas, recomenda-se o uso de giricas especiais de material galvanizado, proporcionando maior durabilidade, possuem maior capacidade de armazenamento, consegue-se reduzir o número de subidas e descidas do elevador da obra, as rodas são posicionadas dentro da estrutura da girica e de pneu de borracha, amortecendo os impactos, evitando fenômenos de exudação, por exemplo, a largura total de 62 cm facilita a distribuição das argamassas pelos apartamentos, pois permite que passe até por uma porta de 70 cm, dispõe de um sistema de apoio que facilita o despejo da argamassa na masseira. É interessante estudar a possibilidade de bombeamento de argamassa. Esta solução otimiza o transporte, reduzindo o fluxo de cargas no elevador da obra

ou grua. Os outros materiais também poderão ser transportados pelo elevador da obra ou guas.

8.3 RASTREABILIDADE

Torna-se importante ressaltar que é prática comum das construtoras mapear o concreto aplicado nas estruturas. No entanto, o mesmo procedimento não é utilizado na execução dos revestimentos nas fachadas, em última instância, o cartão de visita da construtora, além de ser um dos principais subsistemas da obra, o seu próprio envelope.

A rastreabilidade é fundamental para identificar o fator gerador de uma eventual patologia futura. Lotes de revestimentos aplicados devem retratar rigorosamente todos os fatores intervenientes de sua execução, tais como condições ambientais, aplicador, identificação dos lotes de fornecimento dos materiais, balançada, local geométrico, etc.

De acordo com Ceotto et al. (2005), as fachadas podem ser divididas em panos de até 100 m², onde a altura máxima deverá ser a altura da balançada (máximo de 2 m) e a largura correspondente ao número inteiro de balancim, de maneira que um balancim pertença somente a um lote. Os lotes devem ser identificados, com números, letras ou cores, em desenhos esquemáticos (planta e elevação), e nesses devem ser registradas as seguintes informações:

- Nome da obra;
- Número do pavimento e/ou da balançada;
- Identificação dos lotes e das fachadas;
- Identificação dos balancins e dos respectivos funcionários que os utilizam (aplicadores);
- Data de aplicação (início e término);

Os autores tratam especificamente deste item em relação ao sistema de revestimento de fachada em argamassa. Todavia, tal cuidado pode ser adaptado à fase de regularização das superfícies (emboço), assim como no assentamento das placas cerâmicas do sistema de revestimento cerâmico de fachadas.

8.4 PREPARO DA BASE

De acordo com Ceotto et al. (2005), as atividades desta fase são relativas à limpeza da estrutura e da alvenaria, à eliminação das irregularidades superficiais, à remoção das incrustações metálicas e ao preenchimento de furos, pois é necessário que as mesmas estejam adequadas para receber o revestimento. O chapiscamento da base também deve ser realizado nessa etapa.

A limpeza da base deve ser feita através da escovação, lavagem ou jateamento de areia, a depender da extensão e dificuldade de remoção das sujeiras. Essa limpeza deve proporcionar a eliminação de elementos que venham a prejudicar a aderência, tais como: pó; barro; fuligem; graxas e óleos desmoldantes da estrutura; fungos e eflorescências.

A eliminação das irregularidades superficiais, como as rebarbas de concretagem e os excessos de argamassa nas juntas, além da remoção de incrustações metálicas, também deve ser feita. Caso não seja possível a remoção das incrustações, elas devem ser cortadas e aplicada tinta anti-óxido de boa qualidade sobre o local. Também deve ser feito o enchimento de furos, rasgos e depressões com argamassa apropriada.

8.4.1 Chapisco

Segundo Maciel et al. (1998), o chapisco deve ser sempre aplicado nas fachadas e nas superfícies de concreto, de acordo com as especificações do projeto. Ele serve para regularizar a absorção da base e melhorar a aderência. Existe diferentes tipos de chapisco: o tradicional; o industrializado; e o rolado. As características de cada um deles são apresentadas a seguir:

- Chapisco Tradicional: argamassa de cimento, areia e água, adequadamente dosada que resulta em uma película rugosa, aderente e resistente, apresenta um elevado índice de desperdício, em função da reflexão do material pode ser aplicado sobre alvenaria e estrutura.
- Chapisco Industrializado: argamassa industrializada semelhante à argamassa colante, só é necessário acrescentar a água no momento da mistura na proporção definida, aplicado com desempenadeira dentada somente sobre a estrutura de concreto apresenta uma elevada produtividade e rendimento.
- Chapisco Rolado: obtido da mistura de cimento e areia, com adição de água e resina acrílica argamassa bastante plástica, aplicada com um rolo para textura acrílica em demãos pode ser aplicado na fachada, tanto na estrutura como na alvenaria proporciona uma elevada produtividade e um maior rendimento do material, necessita do controle rigoroso da produção da argamassa e da sua aplicação sobre a base.

Projetados todos os tipos de juntas, o primeiro passo é a preparação da base com o chapisco. O tipo e o traço devem ser definidos em projeto, ou no caso de produtos industrializados, orienta-se pelas instruções do fabricante. Molha-se razoavelmente toda a superfície do parâmetro da alvenaria, qualquer que seja a natureza dos materiais que a constituem. Chapa-se a argamassa do chapisco com energia cobrindo todo o paramento, quando ainda úmido, com fina camada desta argamassa de cerca de 5mm. A intenção é obter uma superfície o mais irregular possível e com ancoragens mecânicas suficientes para perfeita aderência da camada seguinte (FIORITO, 2005).

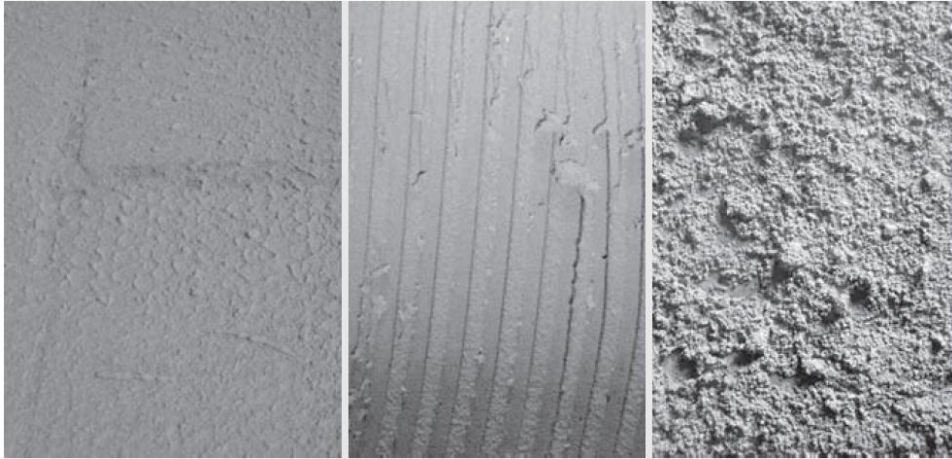


Figura 6 - Tipos de chapisco (rolado, industrializado e tradicional)

Fonte: Ceotto et al. (2005)

8.5 CAMADA DE REGULARIZAÇÃO DAS SUPERFÍCIES

A camada de regularização, em relação ao sistema revestimento cerâmico, nada mais é que o emboço que dá suporte à argamassa colante e posterior revestimento.

De acordo com Ceotto et al. (2005), quando utilizada argamassa industrializada, os fabricantes devem instruir a equipe técnica da obra e a mão-de obra para que sejam atendidas as recomendações de preparo, aplicação e rendimento de produto, garantindo, assim, o desempenho esperado. Quando argamassa preparada em obra, estas instruções ficam a cargo do projetista. Nesta fase a maioria das definições técnicas já foi informada no projeto e no treinamento, restando somente dois itens a serem definidos, pois dependem de fatores climáticos de difícil previsão durante as fases de projeto e planejamento:

- Acerto de dosagem dos materiais;
- Tempo de mistura, descanso e tempo-limite de uso.

Segundo Fiorito (2005), deve ser aferida a determinada espessura necessária da argamassa da camada seguinte à do chapisco. Em alguns casos, pode ser

necessária a execução de mais de uma camada de emboço (enchimento, ou regularização), pelo desaprumo da superfície, por exemplo. Cada camada não deve ultrapassar 25 mm.

O taliscamento é a etapa seguinte à definição da espessura do revestimento, consistindo na fixação de cacos cerâmicos, com a mesma argamassa utilizada para o emboço, em pontos específicos e respeitando a espessura definida. Para Maciel et al. (1998) é recomendável que o taliscamento seja feito previamente em toda a extensão da superfície a ser revestida, de forma que a argamassa se encontre endurecida, mantendo as taliscas fixas e firmes, para apoiarem e servirem de referência para a execução das mestras.

Também de acordo com Maciel et al. (1998), as mestras são faixas estreitas e contínuas de argamassa feitas entre duas taliscas, que servem de guia para a execução do revestimento. Através desses elementos, fica delimitada uma região onde será aplicada a argamassa. Sobre as mestras, a régua metálica é apoiada para a realização do sarrafeamento.

A argamassa de emboço deve ser chapada com energia sobre o chapisco e, depois, sarrafeada deixando um acabamento áspero. Aguardar, no mínimo, 7 dias para a cura, lembrando que é este o prazo para ocorrer de 60% a 80% da retração da argamassa. Se executar a próxima camada antes deste prazo, equivale a executar as duas camadas simultaneamente, o que implica em uma espessura maior que a recomendada e conseqüente efeito indesejável de sua retração, conforme Fiorito (2005).

Ele ainda detalha que por motivos construtivos a espessura da argamassa exceder 25 a 35 mm, há que utilizar tela metálica soldada de malha de 5x5 cm e fio 16 BWG (aproximadamente 1,6mm) chumbada na estrutura suporte em quatro pontos por metro quadrado e, nos cantos, em três pontos por metro linear.

Ceotto et al. (2005), continua com a retirada das taliscas e os preenchimentos necessários. Executar os frisos horizontais e verticais previstos no projeto, requadrar os vãos de janela com ferramentas adequadas, anteriormente previstas no projeto; e assentar ou moldar *in loco* os peitoris, assim como executar os reforços conforme o projeto.

8.6 APLICAÇÃO DA ARGAMASSA COLANTE

As atividades começam com a limpeza e verificação da qualidade do emboço como planicidade (planeza) e textura. Antes do início do assentamento é necessário verificar se o emboço está íntegro e livre de qualquer tipo de material contaminante, como: poeira, resíduos de argamassa (que podem ser removidos com vassouras) manchas de óleo ou graxa (removidos com solução fraca de soda cáustica e posterior enxágue com água em abundância) e manchas de bolor ou fungos (removidas através de lavagem com água sanitária e enxágue com bastante água). A planeza deve ser medida considerando o edifício como um todo e não apenas andar por andar. A textura deve-se apresentar medianamente áspera obtida com desempenadeira de madeira, permitindo um grau de aderência compatível com o assentamento das placas cerâmicas e ainda um consumo controlado de argamassa colante (CAMPANTE; BAÍA, 2003).

Segundo Barros e Sabbatini (2001), os revestimentos deverão se aplicados em superfícies isentas de quaisquer substâncias que possam vir a prejudicar a aderência. A textura medianamente áspera permite um grau de aderência compatível com a maioria das situações de exposição do revestimento e ainda um menor consumo de argamassa colante, garantindo também a planeza do substrato, características estas que melhoram a estanqueidade do conjunto.

Medeiros e Sabbatini (1999), explicam que na aplicação das placas devem ser mantidos o alinhamento, nivelamento e planicidade. O uso de material de assentamento em excesso pode tornar mais difícil o ajuste da posição final da placa.

O assentamento dos componentes cerâmicos deve ser executado o mais tarde possível, a partir da execução da camada de regularização. Recomenda-se um prazo mínimo de quinze dias para os revestimentos de fachada, afim de permitir que ocorram a maior parte das tensões de retração do substrato, sendo assim possível determinar o seu efeito sobre a camada final (BARROS E SABBATINI, 2001).

Conforme Campante e Baía (2003), o preparo e a aplicação da argamassa colante devem seguir as indicações do fabricante atingindo a consistência adequada

e se torne trabalhável, respeitando o tempo de descanso da mistura e principalmente o de uso.

O espalhamento da argamassa na superfície de revestimento deve ser iniciado pelo lado liso da desempenadeira, colocando-se uma pressão tal que a argamassa tenha aderência na superfície. Logo após, passa-se a desempenadeira com o lado dentado em um ângulo de 60° com a horizontal, formando-se os cordões com alturas entre 2 e 5 mm. Alturas superiores a 5 mm demonstram que a base está mal acabada, ou as placas cerâmicas estão muito empenadas. As dimensões dos dentes da desempenadeira dependem das dimensões das placas cerâmicas assentadas e do local de assentamento, ou seja, para placas com área superior a 250 cm² e assentamentos externos deve-se usar desempenadeira de dentes 8x8x8 mm. Não se recomenda espalhar a argamassa por mais de 1 m², para que não se vença o tempo em aberto da argamassa colante. Para isso, verifica-se a formação da película esbranquiçada sobre os cordões de argamassa, ou verifica-se se ela está aderindo ao toque dos dedos. A argamassa vencida pode ser então retirada e descartada e a superfície pode ser limpa antes da aplicação de nova argamassa. Em situações extremas de alta temperatura e baixa umidade, pode-se reduzir mais esta área de assentamento (CAMPANTE E BAÍA, 2003).



Figura 7 - Resultado do tempo em aberto vencido

Fonte: Junginger (2007)

8.7 ASSENTAMENTO DOS COMPONENTES CERÂMICOS

Junginger (2007) defende que o assentamento é a etapa mais crítica da execução de um revestimento cerâmico, mesmo porque um projeto muito bem feito, materiais de ótima qualidade e ferramentas adequadas podem resultar num resultado final ruim se não houver treinamento e controle de mão de obra. A visão geral do processo e todas as características de cada tarefa individual precisam estar sob domínio da engenharia, pois a ela cabe gerenciar o processo, ajustar partes individuais e obter o máximo de eficiência e eficácia. De maneira geral, o fracasso de um revestimento não está na técnica de execução e muito menos na mão de obra, mesmo porque todos os detalhes são conhecidos, mas sim na metodologia de controle adotada para certificação de que as tarefas estão sendo executadas corretamente. No caso da mão de obra, se ela está executando uma tarefa de maneira deficiente, a culpa se reflete na engenharia que permitiu que isso acontecesse.

Todas as argamassas secam mais rapidamente por ação do vento e do Sol. Após ser estendida sobre o substrato, a perda de água por sucção é limitada por compostos presentes na massa chamados retentores de água, geralmente compostos baseados em celulose. A ação do vento, entretanto, é limitada por outros compostos, mas condições atmosféricas extremamente agressivas fazem com que haja a formação de uma película superficial seca sobre os cordões. Esta película, quando a placa cerâmica é posicionada apenas por compressão sobre os cordões, prejudica seriamente a aderência das placas cerâmicas e pode causar sua queda em poucos anos após o término da obra. Por este motivo as placas devem ser colocadas levemente fora de posição e apenas depois arrastadas para seu local definitivo, fazendo com que os cordões de argamassa sejam esmagados de modo a formar uma camada única e homogênea, com 100% de preenchimento do tardo (verso da placa cerâmica) (JUNGINGER, 2007).

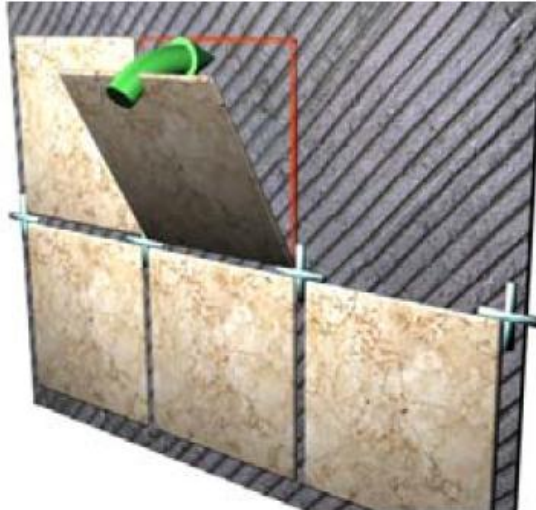


Figura 8 - Aplicação incorreta da placa cerâmica

Fonte: Junginger (2007)

Campante a Baía (2003), separam por tópicos a execução do assentamento dos componentes cerâmicos:

- Molhagem da base: em condições normais, usando argamassa colante não é exigido a molhagem do substrato (devido a propriedade de retenção de água da argamassa).
- Molhagem das placas cerâmicas: usando argamassa colante no assentamento não se deve molhar a placa cerâmica em hipótese alguma; se os versos das placas estiverem sujos ou com engobe, deve-se limpar com escova de aço ou pano seco.
- Assentamento da placa cerâmica: a placa deve ser colocada a cerca de 2 cm da posição final e então arrastada com movimentos de vai-e-vem, sobre pressão.
- Galgamento do painel: é a marcação da posição de assentamento (determinação das distâncias horizontais e verticais das fiadas) das placas em revestimentos modulares. Os painéis planos de revestimentos externos são definidos pelos planos contínuos entre juntas de trabalho (horizontais e verticais), ou por qualquer elemento que quebre a continuidade do pano (pingadeiras, quinas, vigas, pilares, mudanças de tipo de revestimento, etc.).

- Cortes das placas cerâmicas: deverão ser previamente planejados e executados antes da aplicação da argamassa colante. As arestas dos cortes deverão ser disfarçadas.

Para Barros e Sabbatini (2001), a sequência mais adequada de execução do revestimento cerâmico em ambientes externos é de cima para baixo em panos contínuos (sem mudança de direção), o que facilita o alinhamento das juntas verticais, porém, exige mais atenção no nivelamento entre panos contíguos ortogonais. Assim, a galga deve ser marcada em todas as fachadas ortogonais para servir de referência no mesmo nível de todas as fiadas horizontais. A determinação destas referências é feita pela marcação dos cantos convexos das extremidades das fachadas e, quando os balancins descem executando os painéis, utilizam-se destas marcações para riscar sobre o emboço a posição da junta que irá servir de referência. Como o balancim desce 1 a 1,5m de cada vez, deve-se ter galgas intermediárias entre as galgas de referência que permitam a execução de fiadas horizontais perfeitas na faixa de trabalho.

8.8 EXECUÇÃO DAS JUNTAS

Segundo Campante Baía (2003), na execução das juntas de assentamento, a uniformidade de espessura depende do uso de espaçadores plásticos, e o uso de linhas de referência, garantem a horizontalidade e verticalidade.

As juntas de trabalho são preenchidas por selantes elastoméricos como silicones, acrílicos, poliuretanos e os polissulfetos, que são os materiais mais indicados. A espessura das juntas de trabalho é definida pela capacidade de absorver deformações do material de preenchimento, pelo nível de deformações previsto e pelo espaçamento entre as juntas, podendo ser a mesma dos rejuntes, mantendo a modulação. As posições das juntas de trabalho devem estar claramente definidas no projeto e a sua execução deve seguir estritamente o que foi projetado.

Para as juntas de dessolidarização, o procedimento de execução pode ser o mesmo das juntas de movimentação (BARROS; SABATINI, 2001).

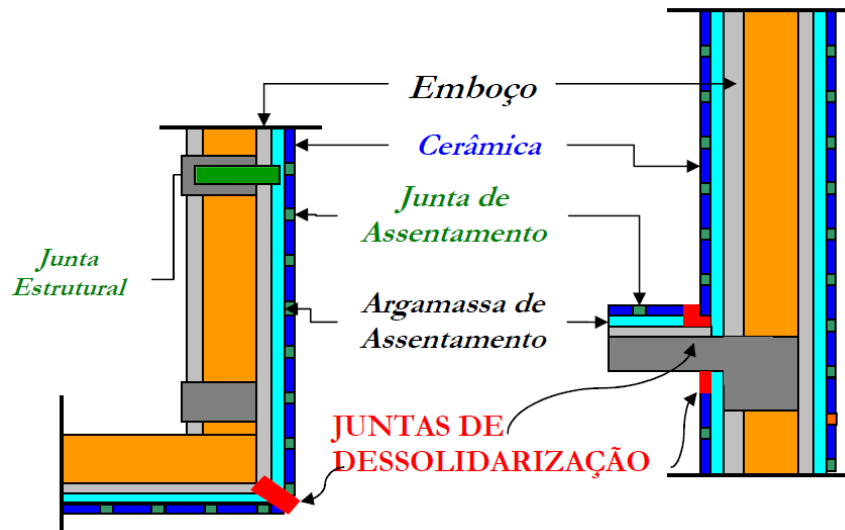


Figura 9 - Juntas de dessolidarização

Fonte: Pedro et al. (2002)

A junta de movimentação deve ser executada seccionando-se toda ou parte da espessura do substrato, preenchendo-se este espaço aberto com material elastomérico (selante). O selante não deve preencher todo o espaço deixado pelo seccionamento do revestimento; para isso, é necessário utilizar um material de enchimento que deve ser colocado no fundo da junta (JUNGINGER, 2007).

Ainda Junginger (2007), de maneira geral, as juntas de trabalho horizontais são posicionadas a cada pavimento, exatamente na posição do encontro com a alvenaria e o fundo de viga. Juntas de trabalho verticais representam aumento de custo inicial e de manutenção e por esses motivos geralmente são pouco usadas, embora para panos com larguras superior a 5m sua colocação deve ser muito bem avaliada e as recomendações mostradas na Figura 10 devem ser de domínio do projetista de fachadas.

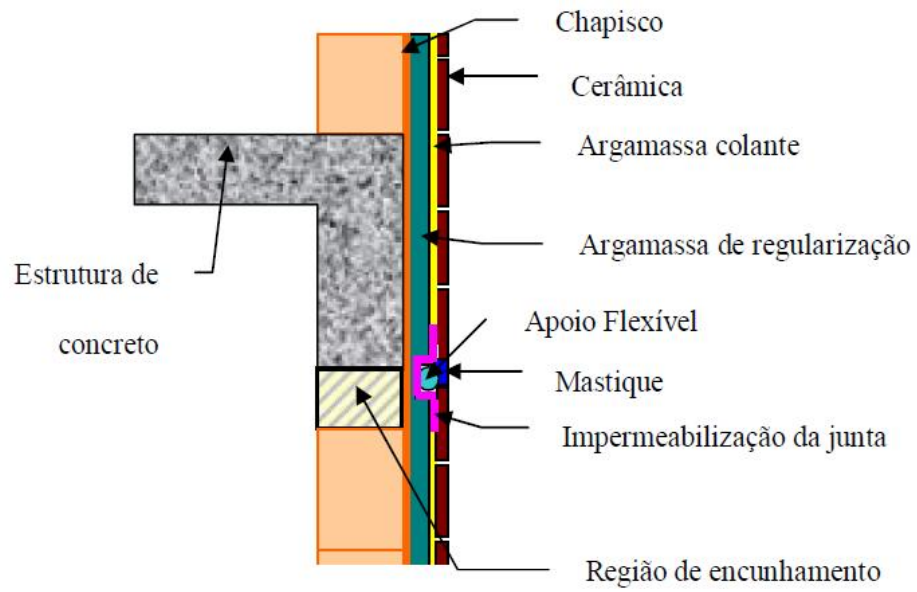


Figura 10 - Detalhe - junta de trabalho

Fonte: Franco (2008)

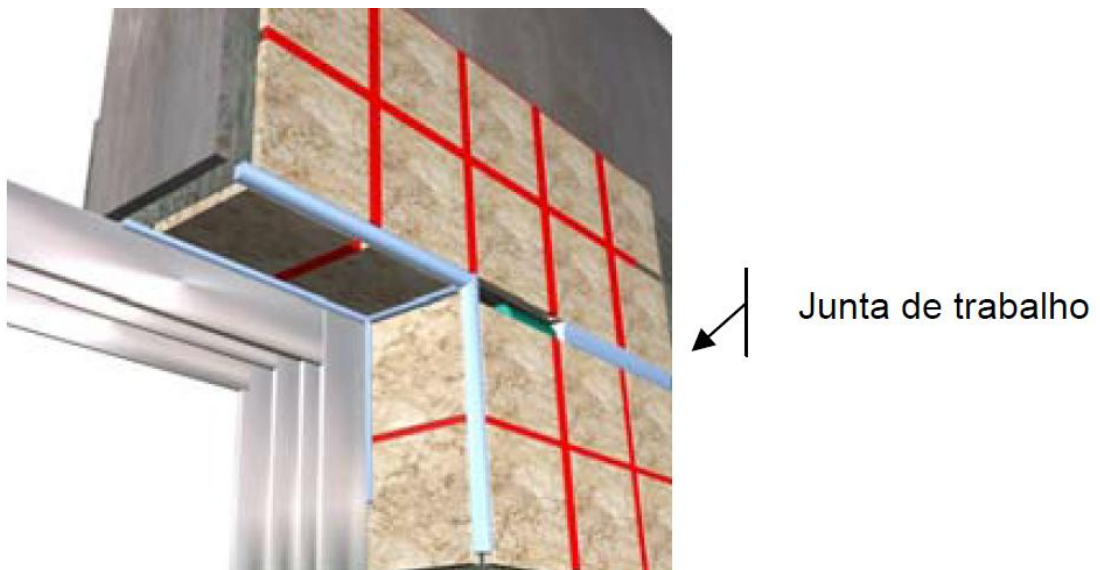


Figura 11 - Junta de trabalho horizontal

Fonte: Junginger (2007)

8.9 REJUNTAMENTO

Medeiros e Sabbatini (1999), recomendam que antes da aplicação da argamassa, o colocador deve verificar as condições das juntas de colocação, devendo estas estarem limpas e secas para o início do rejuntamento. A aplicação deve ser conduzida de modo que uma área possa ser trabalhada sem que o endurecimento do material se inicie.

De acordo com Campante e Baía (2003), o rejuntamento deve ser iniciado setenta e duas horas após o assentamento das placas cerâmicas para evitar o surgimento de tensões pela retração da argamassa colante. Este prazo nem sempre é possível de ser respeitado em fachadas devido à dimensão da obra e também a operação dos balancins, o que quebraria a continuidade e diminuiria a produtividade. Então, faz-se o rejuntamento após todas as fachadas terem sido revestidas, cuidando-se apenas da limpeza das juntas abertas. A argamassa de rejuntamento deve ser preparada conforme indicações dos fabricantes e aplicada com as ferramentas adequadas, cuidando da compacidade e garantido a diminuição da porosidade superficial.

A argamassa de rejuntamento deve ser preparada conforme indicações do fabricante e deve ser aplicada com desempenadeira de borracha, seguindo um ângulo de 45° com as placas. Após a aplicação as juntas poderão ser frisadas, utilizando um frisador plástico ou acrílico, para que haja uma maior compacidade de rejuntamento, diminuindo assim sua porosidade superficial. Os rejuntamentos de revestimentos cerâmicos que utilizam placas cerâmicas não esmaltadas necessitam de um cuidado maior devido à possibilidade de as argamassas de rejuntamento impregnarem a superfície das placas cerâmicas. Neste caso, aplica-se uma camada de cera incolor, que posteriormente será removida (CAMPANTE E BAÍA, 2003).

As juntas de trabalho, normalmente são preenchidas por selantes elastoméricos, como: silicones, acrílicos, poliuretanos e os polissulfetos. Segundo Junginger (2007), o selante não pode aderir ao fundo da junta, sob pena de total ineficácia da junta em termos de estanqueidade e conseqüente deterioração

precoce. A figura a seguir mostra recomendações de como proceder com os selantes elastoméricos.

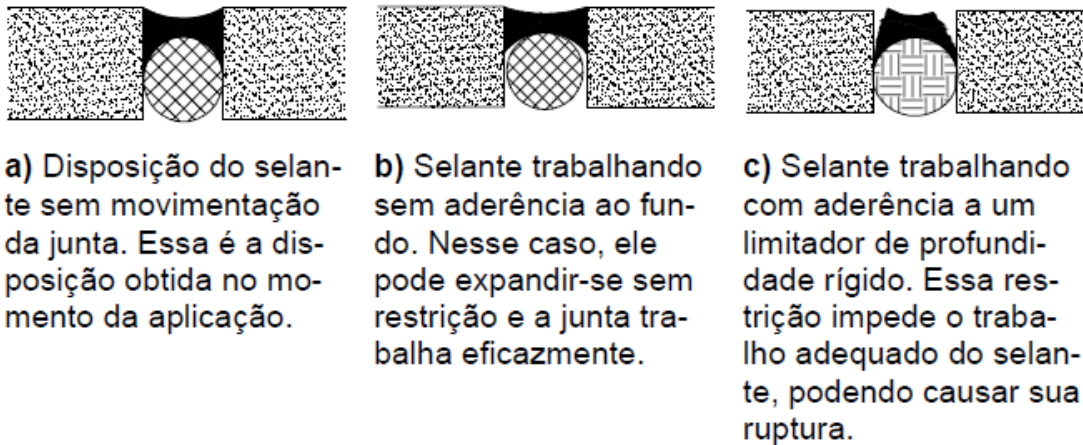


Figura 12 - Disposições dos selantes nas juntas de trabalho

Fonte: Junginger (2007)

A limpeza final deverá ser feita imediatamente após os procedimentos, evitando-se maiores dificuldades na retirada da sobra de material. É recomendável que fazê-la após 15 minutos, com um pano limpo e úmido e depois de mais 15 minutos, deve-se finalizar com um pano seco. A limpeza deverá ser eficiente, evitando a necessidade de utilização de ácido muriático. Para limpeza mais pesadas, água, sabão neutro e palha de aço (FRANCO, 2008).

8.10 CONTROLE E INSPEÇÃO DAS ETAPAS

Para Junginger (2007), o controle do revestimento de fachada pode ser dividido em duas partes: controle estético e controle técnico. No controle estético, encontram-se alinhamento, prumo e nivelamento, altura de peitoris, posicionamento de juntas planicidade, etc. Enquanto que no controle técnico são encontrados controle de traço, técnica de aplicação do emboço, resistência de aderência e

resistência superficial, colocação de reforços metálicos, geometria de juntas, rejuntamento, etc.

No que tange à aceitação dos serviços, recomenda-se fazer ensaios de aderência real na fachada, ou seja, utilizando as placas e a argamassa previstas em projeto e obedecendo às carências pré-estabelecidas. Nestes ensaios, devem ser anotados tanto os valores de ruptura como os locais em que ela ocorreu. Tais resultados devem ser avaliados pelo projetista da fachada.



Figura 13 - Ensaios de arrancamento

Fonte: Junginger (2007)

O mesmo raciocínio vale para o emboço, que deve passar por testes de aderência sobre a base (concreto e alvenaria) e principalmente por ensaios de resistência superficial, fundamentais para a definição do tipo de argamassa colante a ser utilizada. Ainda mais: a paginação das placas deve estar definida, todas as interferências de fachada devem estar resolvidas e os materiais, ferramentas e equipamentos devem estar disponíveis e em bom estado de conservação. Após a liberação do assentamento das placas, de maneira geral os panos de cerâmica são aceitos levando em consideração:

- Alinhamento, acabamento;
- Nivelamento e prumo, planicidade.

Entretanto, existem aspectos não estéticos que precisam ser controlados eficazmente para que um pano de revestimento esteticamente bem feito não esteja com problemas ocultos graves. Assim, devem ser controlados:

- Técnica de aplicação e mistura da argamassa;
- Extensão dos panos de argamassa (tempo em aberto) e tempo de vida;
- Dupla e simples colagem;
- Preenchimento do tardez;
- Detalhes específicos para regiões com clima agressivo;
- Rejuntamento e aplicação de selante.

8.11 ATRIBUIÇÃO DE RESPONSABILIDADES

Segundo Ceotto et al. (2005), compete ao projetista:

- a) Proceder aos treinamentos da equipe técnica da obra e da mão de obra para esclarecer todos os detalhes constantes no projeto;
- b) Acompanhar o início de todas as etapas de serviço, desde o preparo das bases até a aplicação do acabamento final;
- c) Se necessário, fazer correções e/ou adaptações ao projeto original;
- d) Analisar os resultados dos ensaios tecnológicos e das inspeções realizadas e elaborar relatório com os comentários sobre o desempenho observado;
- e) Participar, se necessário, de reuniões técnicas com os fornecedores de insumos, equipe técnica da obra e responsáveis pela mão-de-obra;
- f) Elaborar, se necessário, uma disposição para correção de não-conformidades (anomalias) que ocorram durante a fase de execução da obra;
- g) Treinar todos os novos técnicos/aplicadores.

Compete à administração da obra/construtora:

- a) Providenciar as condições necessárias (segurança, higiene, etc.) para que as equipes de mão-de-obra desenvolvam os seus serviços com a qualidade estabelecida no projeto e no prazo planejado;
- b) Avaliar constantemente a qualidade dos serviços, das equipes, dos fornecedores, visando a detectar e prevenir o mais rápido possível a ocorrência de falhas;
- c) Expor e discutir com o projetista eventuais dificuldades, formas alternativas ou melhorias que possam ser introduzidas nos materiais, nos processos ou nos detalhes construtivos;
- d) Realizar o acompanhamento físico-financeiro, analisar continuamente a relação entre o planejado e o executado, replanejar, quando necessário, e tomar as providências que assegurem a qualidade dos serviços, o atendimento ao orçamento e o cumprimento do cronograma;
- e) Executar e registrar todos os resultados tecnológicos e das inspeções planejadas;
- f) Convocar o projetista sempre que ocorrerem dúvidas na execução dos serviços projetados;
- g) Programar treinamentos a todos os novos técnicos/aplicadores.

Compete ao fabricante de argamassa e/ou fornecedores de insumos:

- a) Executar os treinamentos da mão-de-obra para explicar os procedimentos e cuidados durante o preparo e aplicação dos seus produtos;
- b) Fornecer os materiais indicados no projeto e aprovados nos testes prévios em painéis, em consonância com as normas brasileiras;
- c) Garantir a uniformidade do produto durante todo o período de fornecimento;
- d) Em eventual alteração do produto, este deverá ter o desempenho original ou superior. Tal alteração deverá ser informada à administração da obra;
- e) Participar de reuniões na obra, sempre que convocados;
- f) Fazer acompanhamento técnico do seu produto durante toda a fase de aplicação, mediante visitas técnicas periódicas previamente combinadas com a construtora;

g) Treinar todos os novos técnicos/aplicadores.

Compete à mão-de-obra:

- a) Desenvolver os seus serviços com a qualidade estabelecida no projeto e no prazo planejado;
- b) Disponibilizar treinamento a todos os novos técnicos/aplicadores;
- c) Oferecer condições para o controle/inspeção.

9 PATOLOGIAS DO REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA

As patologias associadas às fachadas são um dos problemas mais temidos pelos construtores. O revestimento de fachada responde pela proteção e durabilidade da edificação, mas pode também por em risco a vida de pessoas quando apresenta alguma patologia.

Patologia, no que se refere à construção civil, para Lichtenstein (1985) apud Luz (2004), é “a ciência que estuda as origens, causas, mecanismos de ocorrência, manifestações e consequências das situações nas quais o edifício, ou suas partes não apresente um desempenho mínimo preestabelecido”.

De acordo com Campante e Baía (2003), a patologia dá-se quando uma parte do edifício, em algum momento de sua vida útil, deixa de apresentar desempenho previsto. As patologias nos revestimentos cerâmicos podem ter origem na fase de projeto - quando são escolhidos materiais incompatíveis com as condições de uso, ou quando os projetistas desconsideram as interações do revestimento com outras partes do edifício (esquadrias, por exemplo), ou na fase de execução - quando os assentadores não dominam a tecnologia de execução, ou quando os responsáveis pela obra não controlam corretamente o processo de produção.

Segundo Gripp (2008), as patologias são estudadas para diagnosticar as prováveis causas, sendo que, geralmente não ocorrem devido a uma única razão. A ocorrência se deve a um procedimento inadequado no processo construtivo, ou seja, planejamento, projeto, materiais e componentes, execução e uso, que gera uma alteração no desempenho de um componente ou elemento da edificação.

As patologias dos revestimentos cerâmicos de fachadas apresentam-se de diversas formas, todas elas resultando na impossibilidade de cumprimento das finalidades para as quais foram concebidos, notadamente nos aspectos estéticos, de proteção e de isolamento. Um efeito imediato é a desvalorização do imóvel. O conhecimento da origem das patologias é importante ferramenta para diagnosticar as causas das falhas destes revestimentos (ROSCOE, 2008).

Dentre as patologias comumente vistas nos revestimentos cerâmicos de fachada, estão: os destacamentos/descolamentos de placas; as trincas, gretamento e fissuras; as eflorescências e deterioração das juntas.

A principal manifestação que atinge os RCFs é o destacamento de placas cerâmicas assentadas nas fachadas, isto se deve aos efeitos causados por este tipo de problema; uma placa de 250g destacada do décimo andar de um edifício quando chega ao solo possui o mesmo poder destrutivo de um projétil de arma de fogo (TAN et al., 1994) apud Campante e Sabbatini (2001).



Figura 14 - Destacamento: erro de assentamento
Fonte: Junginger (2007)

A perda de aderência, conforme Campante e Sabbatini (1999) é um fenômeno causado por falhas ou rupturas na interface da cerâmica com a argamassa adesiva, ou mesmo desta com o substrato, devido a tensões surgidas que ultrapassem a capacidade resistente das ligações.

As situações mais comuns de descolamento costumam ocorrer por volta de cinco anos após a conclusão da obra, diz Medeiros (1999). Explica que a ocorrência cíclica das solicitações, somadas às perdas naturais de aderência dos materiais de fixação, em situações de subdimensionamento do sistema, caracterizam as falhas que costumam resultar em problemas de quedas.

De acordo com Campante e Baía (2003), o primeiro sinal desta patologia é a ocorrência de um som cavo (oco) nas placas cerâmicas (quando percutidas), ou ainda nas áreas em que se observa o estufamento da camada de acabamento (placas cerâmicas e rejuntas), seguido do destacamento destas áreas, que pode ser imediato ou não.

As causas desse problema são:

- Instabilidade do suporte, devido a acomodação do edifício como um todo;
- Deformação lenta (fluência) da estrutura de concreto armado, variações higrotérmicas e de temperatura, características pouco resilientes dos rejuntas;
- Ausência de detalhes construtivos (contravergas, juntas de dessolidarização);
- Utilização da argamassa colante com um tempo em aberto vencido; assentamento sobre superfície contaminada.
- Imperícia ou negligência da mão-de-obra na execução e/ou controle dos serviços (assentadores, mestres e engenheiros).

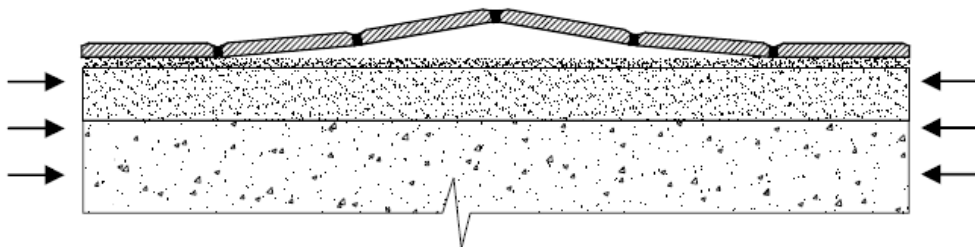


Figura 15 - Destacamento devido ao encurtamento da base

Fonte: Junginger (2007)

Outras patologias comuns aos RCFs são as trincas, gretamentos e fissuras. Segundo Junginger (2007) o conceito de fissuras, trincas e rachaduras remete sempre ao mesmo problema: uma descontinuidade mecânica resultante da concentração de esforços. Costuma-se designar fissuras ao problema com abertura até 0,5 mm, trincas até 2-3 mm e rachaduras as aberturas maiores que 2- 3 mm.

Isto, muito mais do que uma divisão teórica, é importante porque as técnicas de correção dos problemas são diferenciadas para cada caso.

Campante e Baía (2003) consideram que as trincas são rupturas no corpo da placa cerâmica provocadas por esforços mecânicos, que causam a separação das placas em partes, com aberturas superiores a 1mm. As fissuras são rompimentos nas placas cerâmicas, com aberturas inferiores a 1mm e que não causam ruptura total das placas. O gretamento é uma série de aberturas inferiores a 1mm e que ocorrem na superfície esmaltada das placas, dando a ela uma aparência de teia de aranha. Estas patologias aparecem por causa da perda de integridade da superfície da placa cerâmica, que pode ficar limitada a um defeito estético (no caso de gretamento), ou pode evoluir para um destacamento (no caso de trincas).

As trincas, fissuras e gretagem do sistema de revestimento cerâmico são manifestações patológicas que podem induzir às outras patologias. As trincas, por exemplo, podem abrir espaços para a penetração de água e surgimento da eflorescência, que por sua vez podem enfraquecer as camadas do sistema e ocorrer o descolamento de placas cerâmicas (LUZ, 2004).



Figura 16 - Fissuração generalizada

Fonte: Junginger (2007)

A seguir, de acordo com Campante e Baía (2003) são relatadas as causas das trincas, gretamentos e fissuras.

- Dilatação e retração das placas cerâmicas: este problema ocorre quando há variação térmica e/ou de umidade (a expansão por umidade é uma das características limitadas em 0,6 mm/m pela NBR 13818). Estas variações geram um estado de tensões internas que, quando ultrapassam o limite de resistência da placa cerâmica, causam trincas e fissuras, e, quando ultrapassam o limite de resistência da camada de esmalte, causam gretamento.
- Deformação estrutural excessiva: Esta deformação do edifício pode criar tensões na alvenaria que, quando não são completamente absorvidas, podem ser transferidas aos revestimentos. Estes, por sua vez, podem não resistir ao nível de tensões, rompendo-se e, muitas vezes, destacando-se do substrato.
- Ausência de detalhes construtivos: A falta de alguns detalhes construtivos, tais como vergas, contravergas nas aberturas de janelas e portas, pingadeiras nas janelas, platibandas e juntas de movimentação, podem ajudar a dissipar as tensões que chegam até os revestimentos.
- Retração da argamassa de fixação: Este problema ocorre quando se usa argamassa de fixação dosada em obra em vez de argamassa colante industrializada, o que atualmente pouco se faz. A retração da argamassa causada pela hidratação do cimento podem causar um aperto ou “beliscão” na placa cerâmica que, por estar firmemente aderida à argamassa, pode tornar a superfície convexa e tracionada, causando gretamento, fissuras ou mesmo trincas nas placas cerâmicas.



Figura 17 - Gretamento
Fonte: Junginger (2007)

Outra manifestação patológica é a eflorescência. Do latim *efflorescentia*, esse fenômeno se caracteriza pelo aparecimento de formações salinas sobre algumas superfícies, podendo ter caráter pulverulento ou ter forma de crostas duras e insolúveis em água. Na grande maioria dos casos, o fenômeno é visível e de aspecto desagradável, mas em alguns casos específicos pode ocorrer no interior dos corpos, imediatamente abaixo da superfície (ROSCOE, 2008).

Segundo Franco (2008), eflorescência é um fenômeno causado pela movimentação da água nos vazios e canais localizados no interior da argamassa. A água sobe nestes vazios por capilaridade e/ou pressão, transportando sais solúveis presentes no substrato, fluxo este ligado relacionado diretamente às propriedades de absorção e permeabilidade das argamassas. O fenômeno é entendido como a formação do depósito cristalino (sal) na superfície da placa, devido à ação do meio ambiente ou a ação físico-química. Tal patologia afeta não somente a estética da fachada, como também a aderência dos revestimentos; ela é o efeito de problemas mais graves na edificação, como a presença de umidade.

Outras possíveis fontes de sais solúveis advêm da fabricação dos componentes cerâmicos. São elas: matérias-primas cerâmicas; água usada no processo de fabricação; reação de componentes da massa com óxidos de enxofre do combustível durante a secagem e início da queima; defloculantes (substâncias

que buscam neutralizar a reatividade entre as partículas no processo de fabricação da cerâmica), além de outras substâncias adicionadas à massa (SABBATINI et al., 1997 apud FRANCO, 2008).

Para Campante e Baía (2003), algumas precauções podem ser tomadas para evitar a eflorescência:

- Reduzir o consumo de cimento Portland na argamassa de emboço ou usar cimento com baixo teor de álcalis;
- Utilizar placas cerâmicas de boa qualidade, ou seja, queimadas em altas temperaturas (o que elimina os sais solúveis de sua composição e a umidade residual);
- Garantir o tempo necessário para secagem de todas as camadas anteriores à execução do revestimento cerâmico.



Figura 18 - Eflorescência

Fonte: Junginger (2007)

Por último, a deterioração das juntas, além de comprometer a estética do conjunto, compromete também a perda de estanqueidade da camada de acabamento dos revestimentos cerâmicos e a deformação do conjunto, em função das solicitações de uso da edificação.

Segundo Franco (2008), a perda de estanqueidade das juntas entre componentes e juntas de movimentação, inicia-se, na maioria das vezes, logo após a sua execução, em função da limpeza inadequada (pressão do jato da mangueira, por exemplo) que acaba deteriorando parte de seu material constituinte. Ataques agressivos do meio ambiente e solicitações da estrutura também são causas de deterioração do rejuntamento, podendo ocasionar além da eflorescência, a formação de trincas e descolamento da placa cerâmica.

O envelhecimento das juntas entre componentes, por serem preenchidas com materiais à base de cimento, normalmente não apresenta grandes problemas, desde que bem executado. Sua deterioração é observada quando na presença de agentes agressivos, como a chuva ácida ou o aparecimento de fissuras. As maneiras de se evitar a ocorrência desta patologia estão diretamente ligadas ao controle de execução do rejuntamento/preenchimento das juntas de movimentação, bem como à escolha de materiais de preenchimento que atendam aos requisitos de projeto (CAMPANTE; BAÍA, 2003).

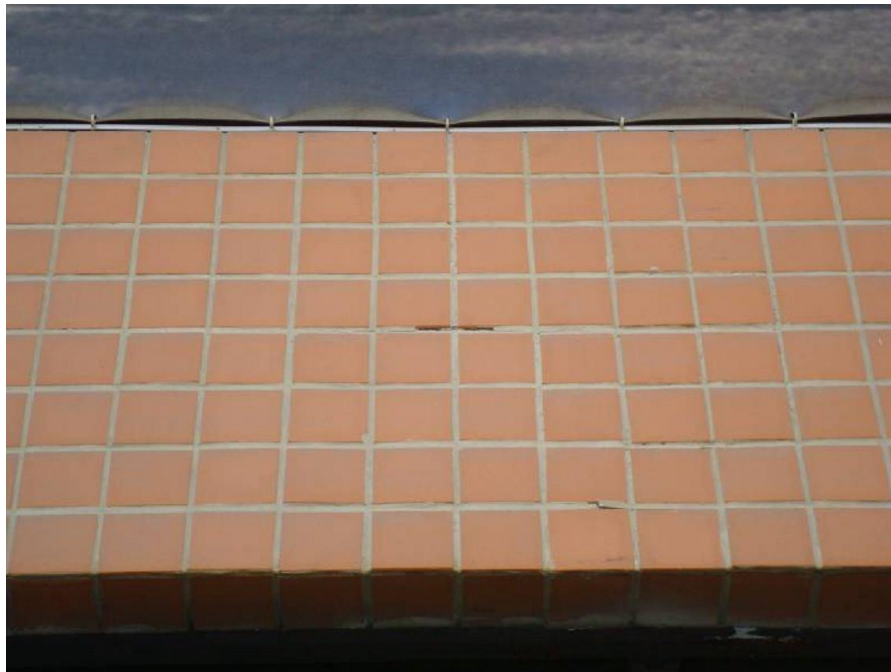


Figura 19 - Deterioração das juntas

Fonte: Franco (2008)

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil passa por uma fase ótima na construção civil. Existem muitas obras nas metrópoles e também em pequenas cidades do interior. A evolução é geral no País. Com isso, vem o aprimoramento das técnicas construtivas, novos materiais, novos procedimentos, e o fator “projeto” significa o primeiro passo para qualquer ação, qualquer construção, qualquer empreendimento.

A vantagem da elaboração de um projeto é que ele torna-se o referencial de orientação durante o processo executivo. E para o projeto de revestimento cerâmico de fachada não é diferente. É necessário por razões técnicas e econômicas. Além de definir os meios para que o planejamento e a programação da produção sejam eficientes, ele permite exercer o controle de qualidade do processo dos materiais e da execução, porque oferece os principais subsídios para isso, e ainda, evita improvisações, que certamente poderiam resultar em patologias. Significa a soma de um projeto de produto com um projeto de produção.

Assim, fica claro que, o objetivo de um projeto de revestimento de um edifício é a definição completa e precisa do subsistema revestimentos de um edifício, fazendo com que a sua produção em obra seja realizada integralmente com base exclusivamente nele.

Vale algumas recomendações na elaboração do projeto do produto e da produção de revestimento cerâmico de fachadas:

- Ter como parâmetros as de condições ambientais (regime de chuvas, umidade relativa do ar, temperatura, ventos predominantes, poluentes na atmosfera); o projeto arquitetônico com as cores, detalhes de frisos e elementos decorativos para paginação da fachada; a estrutura pela geometria, rigidez e deformações previstas, para a definição de juntas, detalhes construtivos das ligações das alvenarias com pilares, vigas ou lajes, preparação da base, definição da ponte de aderência (chapisco), entre outros; instalações que interferem nas fachadas, como rasgos e aberturas; a vedação; os processos construtivos (estrutura, alvenaria, equipamentos, mão-de-obra para as definições geométricas do projeto, especificação dos

materiais da fachada e definição do processo de aplicação do revestimento cerâmico por completo; prazos (cronograma das atividades) para o planejamento e definição da logística de produção.

- Explicitar ao máximo as especificações dos equipamentos ideais à produção das camadas dos revestimentos; os materiais constituintes, a composição das misturas, os desempenhos mínimos de aplicação almejados (mecânicos e físicos);
- Definir as diretrizes de escolha dos recursos (dados de desempenho fornecidos pelos fabricantes, testes realizados nas condições reais da obra, painéis e protótipos, por exemplo).
- Padronizar os trabalhos nas diversas etapas, desde a escolha dos fornecedores de argamassas e placas cerâmicas até o recebimento final do revestimento aplicado (controle no recebimento dos materiais, critérios para a definição de lotes de materiais recebidos e aplicados, preparo e aplicação das argamassas e das placas cerâmicas, definição de rotinas de inspeções dos lotes das fachadas, controle de qualidade para o recebimento dos serviços, plano de ação em relação à distribuição dos balancins fachadeiros, definição das etapas de execução e seus intervalos, critérios de rastreabilidade, procedimento de execução, aplicação, controle e aceitação).
- Atribuição das responsabilidades ao projetista, ao executor/administrador, fabricante/fornecedor e à mão-de-obra.

Trata-se de considerações importantes na construção de um revestimento cerâmico de fachada:

- Atendimento das exigências (dos usuários) de desempenho para os revestimentos cerâmicos durante a vida útil esperada para os mesmos;
- Otimização do binômio: benefícios X custos;
- Compatibilização dos riscos do surgimento de problemas patológicos com o preço dos revestimentos;
- Compatibilização da produção dos revestimentos cerâmicos com a produção dos demais revestimentos e outros subsistemas do edifício (estrutura, vedações, esquadrias, instalações, impermeabilização, etc.);

- Atendimento das necessidades para a obtenção da máxima eficiência na produção.
- Avaliação da transferência de tecnologia entre fabricantes, projetistas, construtores e assentadores do sistema de revestimento cerâmico em fachadas;
- A busca de novas tecnologias para a aplicação das placas cerâmicas em RCF;

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **NBR 7200**: Revestimentos de paredes e tetos com argamassas – Materiais, preparo, aplicação e manutenção. Rio de Janeiro, 1982.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **NBR 8214**: Assentamento de azulejos. Rio de Janeiro, 1983.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **NBR 13816**: Placas cerâmicas para revestimento – Terminologia. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **NBR 13817**: Placas cerâmicas para revestimento – Classificação. Rio de Janeiro, 1997.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **NBR 14081**: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **NBR 14992**: Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas - Requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA – ABC. **Informações Técnicas 2012**. Disponível em: <<http://www.abceram.org.br/site/index.php?area=4>>. Acesso em: 22 dez. 2012.

BARROS, Mercia Maria S. B. de; SABBATINI, Fernando H. **Produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria: diretrizes básicas**. Textos técnicos. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001. Disponível em: <<http://pcc2436.pcc.usp.br/Textost%C3%A9cnicos/revestimentos%20cer%C3%A2micos/apostila%20revestimentos%20cer%C3%A2micos.PDF>>. Acesso em: 18 mai. 2012.

CAMPANTE, Edmilson F.; BAÍA, Luciana L. M. **Projeto e execução de revestimento cerâmico**. Edição I. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

CAMPANTE, Edmilson F.; SABBATINI, Fernando H. **Metodologia de diagnóstico, recuperação e prevenção de manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada**. Boletim Técnico do Departamento de Engenharia de Construção Civil. BT/PCC/301. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001. Disponível em: <http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BTs_Petreche/BT301-%20Campante.PDF>. Acesso em: 04 mai. 2012.

CEOTTO, Luiz H. et al. **Revestimentos de Argamassas: boas práticas em projeto, execução e avaliação**. Recomendações Técnicas Habitaré. Volume 1. ANTAC – Porto Alegre, 2005.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Manual de Revestimento de Fachada – sistemas a base de cimento**. Salvador, 2006. 76 p.

CRIBARI, Cristiane S. **A importância do projeto de revestimento de fachada para a redução de manifestações patológicas**. 2010. 63f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia de Produção Civil. Faculdade Centro Leste, Serra, 2010.

FIORITO, Antonio J. S. I. **Manual de argamassas e revestimentos: estudos e procedimentos de execução**. São Paulo: Pini, 2005.

FRANCO, Ana Lúcia C. **Revestimentos cerâmicos de fachada: composição, patologias e técnicas de aplicação**. 2008. 80f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Departamento de Engenharia de Materiais de Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Monografia%20Ana%20L%20Facia%20Costa%20Franco.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2012.

GRIPP, Ronaldo A. **A importância do projeto de revestimento cerâmico de fachada, para a redução de patologias**. 2008. 80f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Departamento de Engenharia de Materiais de Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Vitória, 2008. Disponível em: <www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Monografia%20Ronaldo.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2012.

JUNGINGER, Max. Apostila: **Revestimentos cerâmicos aderidos: aspectos técnicos no projeto de fachadas**. CONPAR. Consultoria em patologias e recuperação de edifícios. Disponível em: <<http://www.intere.com.br/teste/conpar/Publicacoes/1-Rev-Ceramicos-aderidos.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2012.

LUZ, Marcos de A. **Manifestações patológicas em revestimento cerâmico de fachada em três estudos de caso na cidade de Balneário Camboriú**. 2004. 172f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PARQ0011.pdf>>. Acesso em: 09 mai. 2012.

MACIEL, Luciana L. et al., **Recomendações para a execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação internas e exteriores e tetos**. São Paulo, 1998. 40f.

MEDEIROS, Jonas S. **Fachada eficiente**. Revista Técnica. Edição 109. Abril/2006. Disponível em: <<http://revistatechne.com.br/engenharia-civil/109/imprime31721.asp>>. Acesso em: 28 mar. 2012.

MEDEIROS, Jonas S.; SABBATINI, Fernando H. **Tecnologia e projeto de revestimento cerâmico de fachadas de edifícios**. Boletim Técnico do Departamento de Engenharia de Construção Civil. BT/PCC/246. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999. Disponível em: <<http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BT246.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2012.

MEDEIROS, Jonas Silvestre. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios**. 1999. 457p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

MELHADO, Silvio B.; AGOPYAN, Vahan. **O conceito de projeto na construção de edifícios: diretrizes para sua elaboração e controle**. Boletim Técnico do Departamento de Engenharia de Construção Civil. BT/PCC/139. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1995. Disponível em: <http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BT139.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2012.

PEDRO, Edmundo G. et al. **Patologia em revestimento cerâmico de fachada**. 2002. 114f. (Especialização em Engenharia de Avaliações e Perícias) – CECON, FUMEC - Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Belo Horizonte, 2002.

ROSCOE, Márcia T. **Patologias em revestimento cerâmico de fachadas**. 2008. 81f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Departamento de Engenharia de Materiais de Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Monografia%20Marcia.pdf>>. Acesso em: 17 mai. 2012.