

---

**PRODUÇÃO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS PARA  
PAREDES DE VEDAÇÃO EM ALVENARIA: DIRETRIZES  
BÁSICAS <sup>1</sup>**

---

**Professores Responsáveis:  
Mercia Maria Semensato Bottura de Barros  
Fernando Henrique Sabbatini**

**São Paulo, agosto de 2001**

---

<sup>1</sup> Este texto foi elaborado a partir de uma revisão do texto original SABBATINI, F.H.; BARROS, M.M.S.B. **Recomendações para a produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria.** São Paulo, EPUSP-PCC, 1990. (Relatório Técnico R6-06/90 - EP/ENCOL-6). Não publicado.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DO SUBSISTEMA REVESTIMENTO CERÂMICO</b>	<b>2</b>
2.1	Camada de fixação	2
2.1.1	Argamassas colantes	2
2.1.2	Colas	4
2.2	Juntas	5
2.2.1	Entre componentes	5
2.2.2	De trabalho	6
2.2.3	Estruturais	7
<b>3</b>	<b>CONSIDERAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO DE REVESTIMENTO CERÂMICO</b>	<b>7</b>
3.1	Parâmetros para projeto	8
3.1.1	Natureza e características da base	8
3.1.2	Natureza e características das camadas constituintes	8
3.1.3	Solicitações do revestimento	9
3.1.4	Condições de exposição	9
3.1.5	Geometria dos painéis	10
3.2	Desenvolvimento do projeto	10
3.2.1	Análise preliminar	10
3.2.2	Elaboração do projeto	11
3.2.3	Redefinição do projeto	14
<b>4</b>	<b>TECNOLOGIA DE EXECUÇÃO DOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS</b>	<b>15</b>
4.1	Cuidados básicos para a produção dos revestimentos	15
4.1.1	Compra técnica	15
4.1.2	Estoque do material	15
4.1.3	Emprego de mão-de-obra especializada	16
4.2	Verificação e preparo do substrato	16
4.2.1	Limpeza superficial	16
4.2.2	Rugosidade	17
4.2.3	Planeza	17
4.3	Execução da camada de acabamento com argamassa colante	18
4.3.1	Ferramentas e equipamentos necessários	18
4.3.2	Preparo e aplicação da argamassa colante	19
4.3.3	Assentamento dos componentes cerâmicos	20
4.3.4	Execução das juntas	23
<b>5</b>	<b>PROBLEMAS PATOLÓGICOS NOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS VERTICAIS</b>	<b>26</b>
5.1	Perda de aderência (descolamento)	27
5.2	Trincas, gretamento e fissuras	28
5.3	Eflorescência	29
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>40</b>
	<b>BIBLIOGRAFIAS DE REFERÊNCIA</b>	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A construção de um edifício é uma atividade complexa, que para ser conduzida com eficácia e eficiência necessita de um amplo conjunto de ações integradas e coerentes, da fase de projeto e planejamento até a de produção no canteiro de obras. Tradicionalmente, a Indústria da Construção Civil prioriza a execução de algumas das partes do edifício, como a estrutura, adotando na sua produção ações mais ou menos completas, envolvendo a elaboração de projetos, o planejamento das atividades e a execução sob controle.

Entretanto, na construção de outros subsistemas, como ocorre no caso das alvenarias e dos revestimentos, o processo é normalmente falho, incompleto e pouco eficiente. Pensa-se previamente na sua execução apenas na fase de elaboração do orçamento da obra, adotando-se alguns parâmetros que nem sempre serão os efetivamente reproduzidos no canteiro. A produção é conduzida sem basear-se em um projeto específico, o que dificulta ou impossibilita os controles contínuos de processo e de aceitação, obrigando que as decisões sobre como fazer sejam tomadas pelos executantes.

O atraso tecnológico que permeia algumas das atividades dentro da obra é, em grande parte, de responsabilidade dos técnicos envolvidos com as mesmas, que adotam uma postura passiva frente aos problemas que deveriam ser enfrentados. É certo porém, que tal postura muitas vezes é involuntária, sendo conseqüência de uma série de fatores, entre os quais se destacam: a deficiência no processo de formação profissional de todos os envolvidos; a pouca disponibilidade de conhecimentos técnicos relativos a estas atividades, resultando em uma grande carência de informações confiáveis que possam subsidiar as tomadas de decisões; a inexistência de um banco de dados técnicos fundamentados em obras já executadas, que possa auxiliar o desenvolvimento de outros projetos e ainda, a dificuldade de troca de informações dentro do setor da construção civil.

Procurando alterar essa situação de atraso tecnológico, o grupo de pesquisa e extensão em Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios, da Escola Politécnica da USP - EPUSP, produziu diversos documentos relativos à tecnologia de produção de revestimentos no âmbito do convênio de desenvolvimento tecnológico entre a EPUSP e a Construtora ENCOL. Este texto foi escrito tendo como base principal num daqueles documentos o “Relatório Técnico R6-06/90 - Recomendações para a Produção de Revestimentos Cerâmicos para Paredes de Vedação em Alvenaria” [1].

A presente versão deste texto técnico tem como objetivo subsidiar o programa do SENAI de capacitação do meio técnico/profissional e foi redigido de forma a complementar e consolidar os conhecimentos abordados durante o módulo de capacitação específico.

## 2 CARACTERIZAÇÃO DO SUBSISTEMA REVESTIMENTO CERÂMICO

Analisando sistemicamente os revestimentos cerâmicos de paredes podemos identificar quatro conjunto de componentes principais: a camada de regularização, a camada de fixação, as peças cerâmicas e as juntas (entre peças cerâmicas e entre painéis).

Neste capítulo, busca-se caracterizar a camada de fixação e as juntas. As características da camada de regularização executadas previamente à fixação e das peças cerâmicas são objetos de documentos de referência específicos [2] e [3], respectivamente.

### 2.1 Camada de fixação

A camada de fixação tem por finalidade proporcionar a aderência necessária entre os componentes cerâmicos e a camada de regularização. Na técnica de execução racionalizada de produção de revestimentos verticais podem ser empregados argamassas colantes ou colas.

As principais diferenças entre estas duas camadas de fixação são relativas às espessuras da mesma (e conseqüentemente a possibilidade de absorver irregularidades da base) e a capacidade de aderência à bases não-porosas.

#### 2.1.1 Argamassas colantes

A argamassa colante, por vezes chamada de “cimento colante” ou “argamassa colante” (“cimento-cola” ® é marca registrada de um fabricante e este tipo de argamassa não deve ser tratada com esta denominação), é um produto industrializado composto por uma argamassa pré-dosada fornecida em embalagens apropriadas, que se apresenta em forma de pó, no estado seco.

Este é o material atualmente mais utilizado na fixação dos componentes cerâmicos no Brasil, principalmente por suas vantagens ou pelas vantagens do método de produção que as utiliza. Quando comparado com os métodos tradicionais:

- proporciona melhor resistência de aderência que as argamassas convencionais;
- a sua retração não provoca tensões prejudiciais na camada final de revestimento (quando empregada em pequena espessura);
- permite a utilização de uma técnica de grande produtividade, mais simples e limpa.

Além disto, o custo global dos serviços, considerando o aumento de produtividade da mão-de-obra é, normalmente, inferior ao custo dos serviços pelos métodos tradicionais e não existe incompatibilidade desta técnica de fixação com as práticas atuais de regularização das superfícies de alvenaria e estrutura com emboços de regularização.

Em comparação com o método de fixação com cola, a fixação com argamassa colante apresenta as seguintes vantagens:

- apresenta maior semelhança com as argamassas convencionais que, por sua vez, são de domínio da mão-de-obra disponível no mercado, sofrendo por isto menor restrição;
- permite pequenos ajustes (devido a maior espessura da camada de aplicação) que compensa irregularidades superficiais da camada de regularização.

### ***a) Composição***

As argamassas colantes podem ser definidas, com base na sua composição, como sendo uma argamassa de base cimentícia constituída de cimento tipo Portland, grãos inertes de granulometria fina (silicosos ou calcários) e resinas orgânicas. O teor de resinas orgânicas e sua constituição definem o tipo de argamassa colante.

No Brasil há pelo menos 40 anos foi introduzida, e é a de maior emprego, uma argamassa colante com baixos teores de resina (teor inferior a 2% em massa) conhecida vulgarmente como cimento-colante. Estas argamassas desenvolvem uma aderência potencial média e têm sérias restrições para uso nas fachadas, devido principalmente a seu pequeno tempo de abertura em condições ambientais agressivas. Os fabricantes mais conceituados destas argamassas têm recomendado-as apenas para uso interno, com destaque na embalagem para esta limitação. Recentemente, começou-se a comercializar argamassas colantes com maiores teores de resinas, maior aderência potencial e recomendadas para o exterior.

As resinas orgânicas têm um papel fundamental no desempenho da argamassa. Suas principais funções são as seguintes:

- retenção de água (dada principalmente pela resina celulósica);
- melhoria da plasticidade da argamassa (ambas as resinas);
- aumento da extensão de aderência (principalmente pela ação da resina vinílica), devido à maior capacidade de molhamento da superfície do substrato.

### ***b) Preparação e aplicação***

Para o preparo da argamassa colante, basta a adição de água nas proporções indicadas na embalagem (geralmente 1 parte de água para 4 partes de pó), previamente ao seu emprego. No entanto, para que a argamassa possa desenvolver as características anteriormente mencionadas, deve-se esperar um tempo após a mistura do material seco com a água, de modo a permitir que os componentes ativos reajam, isto é, que se formem as cadeias de polímeros em dispersão coloidal. Este tempo é de aproximadamente 30 min, sendo superior aos 15 ou 20 min geralmente recomendados pelos fabricantes.

As características propiciadas pelos aditivos resinosos é que tornam possível o espalhamento da argamassa em espessuras reduzidas, sem que seja necessário molhar a base ou os componentes cerâmicos, pois a argamassa não perde água para os mesmos, mantendo a plasticidade para permitir a acomodação das peças. Além disto, a retenção de água contra sucção, permite à argamassa manter água para a hidratação do cimento, possibilitando que desenvolva uma maior resistência e, em conseqüência, possibilite um maior poder de aderência. A possibilidade da espessura fina da camada de fixação é o que define todo o método de assentamento dos produtos cerâmicos. No capítulo 4 o método de aplicação é detalhadamente descrito.

### ***c) Características exigidas***

Exige-se de forma qualitativa das argamassas colantes determinadas características:

- tempos de vida, de abertura e de ajustabilidade compatíveis com as condições de trabalho;

- plasticidade e coesão tais que permitam o espalhamento e o ajuste dos componentes e evitem o escorregamento dos mesmos da posição ajustada;
- retenção de água compatível com os componentes e com o substrato;
- espessura tal que não introduza tensões significativas nas interfaces de aderência e que permita uma adequada superfície de contato entre si e a superfície do componente (mesmo que esta seja rugosa ou com saliências).

O tempo de abertura é também denominado tempo de assentamento, e pode ser entendido como o tempo disponível para o trabalho de aplicação dos componentes cerâmicos a partir do espalhamento da argamassa sobre o substrato. É o período de tempo entre o espalhamento da argamassa colante e o momento em que a mesma não mais apresenta capacidade de aderência suficiente. Este último, identifica-se pelo aparecimento de uma película esbranquiçada sobre os cordões de argamassa. Ao se assentar um componente sobre esta película, ocorrerá apenas o amassamento dos cordões, sem interação entre ambos. O tempo de abertura da argamassa colante não deverá ser nem demasiadamente rápido, nem excessivamente lento, pois quaisquer extremos diminuem o rendimento de aplicação e dificultam a execução do revestimento.

O tempo de ajustabilidade, por sua vez, é entendido como o período de tempo no qual, após o assentamento dos componentes cerâmicos com argamassa colante, os mesmos podem ter sua posição corrigida sem redução da capacidade de aderência.

Argamassas colantes adequadas devem apresentar nas condições ambientais de aplicação (não em laboratório), pelo menos:

- tempo de abertura de 15 min (fachadas) à 20 min (interno);
- tempo de ajustabilidade de 10 min;
- tempo de vida de mistura de 3 h.

As argamassas colantes devem ainda ser compatíveis com o substrato em que serão empregadas, pois, uma reação desconhecida dos materiais pode prejudicar seriamente a união entre ambos. De modo geral, as argamassas disponíveis são compatíveis com a maioria dos materiais empregados na camada de regularização, exceto com os revestimentos à base de gesso, pois este material apresenta uma reação deletéria com o cimento presente na argamassa colante, podendo provocar o descolamento do revestimento. Quando o substrato é à base de gesso, recomenda-se o emprego de colas à base de resinas vinílicas ou acrílicas.

### **2.1.2 Colas**

As colas comumente empregadas para a fixação de componentes cerâmicos são produtos à base de resinas orgânicas, cujas mais empregadas são à base de resinas:

- vinílicas (cloreto de polivinila - PVA) - cola branca tradicional (Cascolar ®, Rodopás ®, etc.) empregada internamente;
- acrílicas, também cola branca, empregadas interna e externamente (Acronal ®, da Basf);
- epoxidícas (Araldite ®);

- borracha sintética (Neoprene ®, da Du Pont).

De modo geral, apresentam-se sob a forma de pastas, prontas para serem empregadas, exceto a epoxídica que é do tipo bi-componente, necessitando prévia mistura.

O uso de colas pressupõe um substrato com grande regularidade e de baixa porosidade. Esta última ainda pode ser corrigida com “primers” seladores, mas a superfície irregular não pode normalmente ser corrigida.

A necessidade da completa regularidade do substrato decorre das reduzidas espessuras de aplicação das colas, pois estas, para que sejam técnica e economicamente viáveis, devem variar de 1 a 2 mm e sendo assim, não permitem o ajuste do componente sobre uma base que apresente desvios de planeza e rugosidades localizadas superiores a 2 mm.

A porosidade está relacionada com a absorção do substrato, que deve ser baixa. Se aplicadas em substratos de elevado poder de sucção a cola é absorvida antes da fixação do componente, podendo comprometer seriamente a aderência. Nestes casos, deve-se aplicar sobre o substrato uma camada de selador, previamente à cola, para diminuir o seu poder de absorção. Este procedimento, todavia eleva o custo da camada de fixação e diminui a produtividade, reduzindo a sua vantagem econômica.

A aplicação de colas com espessuras superiores às recomendadas, a fim de cobrir os possíveis defeitos do substrato, torna-se não só econômica como tecnicamente inviável (pelo escorregamento da peça cerâmica).

Em função destes e de outros fatores que permeiam a execução do revestimento cerâmico no Brasil é que se tem generalizado o conceito de que as colas são produtos de elevado custo e difícil manuseio, não sendo recomendado o seu emprego. Tal atitude pode até mesmo ser justificada, considerando-se o atual estágio tecnológico do setor da construção. Porém, não se pode perder de vista que o objetivo é avançar na busca de processos mais racionalizados de se construir. E que, em se tratando dos revestimentos cerâmicos, a cola poderá se tornar uma excelente opção quando a execução das etapas prévias ocorrer de modo organizado e controlado.

## **2.2 Juntas**

Tendo em vista o caráter modular do revestimento com componentes cerâmicos, sempre existirão juntas entre as peças. Além destas, em função das características da base, pode ser necessário a realização de juntas de trabalho ou de movimentação, projetada para reduzir as tensões induzidas pelas deformações da base e/ou do revestimento, e de juntas de dilatação ou estruturais, que acompanham as juntas estruturais do edifício.

### **2.2.1 Entre componentes**

As juntas entre os componentes, também chamadas juntas de assentamento, são originadas pelo afastamento, durante o processo de assentamento, das peças cerâmicas entre si, por alguns milímetros. A razão disto é melhor compreendida pela análise das suas funções, entre as quais se destacam:

- reduzir o módulo de deformação do pano de revestimento e por conseqüência, aumentar a capacidade deste de absorver deformações intrínsecas provocadas pelas variações térmicas e higroscópicas e deformações de amplitude normal das bases;
- absorver as variações dimensionais dos componentes cerâmicos;
- permitir alinhamentos precisos (nas duas direções ortogonais) dos componentes que por apresentarem variações dimensionais e nos esquadros não poderiam ser encostados uns nos outros sem necessariamente perder o alinhamento;
- permitir harmonizações estéticas que valorizem o conjunto.

Assim, vê-se que as juntas são absolutamente imprescindíveis no assentamento de componentes cerâmicos. Somente materiais resilientes (pisos de borracha, placas e mantas de PVC, linóleos, papel de parede, etc.) admitem o assentamento sem juntas abertas.

A espessura mínima das juntas deverá ser dimensionada também pela exigência executiva de permitir uma abertura suficiente para que haja perfeito preenchimento do material de rejunte em todo o seu espaço volumétrico. No capítulo 3 são propostas espessuras de juntas para os diversos componentes cerâmicos utilizados.

Pode-se dispor os componentes de inúmeras maneiras. A disposição adotada para os mesmos determinam o tipo de junta, sendo usual três arranjos básicos: em diagonal, à prumo e em amarração. Das três disposições apresentadas, as juntas a prumo são as mais utilizadas, principalmente porque resultam em elevada produtividade da mão-de-obra e menores desperdícios de materiais, entretanto, tanto as juntas em diagonal como as em amarração tiveram largo emprego no passado, e hoje estão retornando, em função de estilos arquitetônicos determinados.

As juntas em diagonal foram abandonadas principalmente pelo maior custo de produção quando comparado com as demais, pois implica em reduzida produtividade da mão-de-obra além de um maior consumo de componentes cerâmicos em função do elevado número de cortes. A disposição em amarração, por sua vez, possibilita a correção de imperfeições dos componentes mais facilmente que a junta à prumo, envolvendo, porém, maior número de cortes e conseqüentemente diminuindo a produtividade.

### **2.2.2 De trabalho**

As juntas de trabalho, também chamadas de juntas de movimentação, são obtidas pelo seccionamento da camada de acabamento do revestimento cerâmico e de toda (ou parte) da camada de regularização. A junta assim obtida deve ser preenchida com um selante elastomérico.

Estas juntas têm como finalidade criar painéis de dimensões tais que as tensões induzidas pelas deformações intrínsecas (do próprio revestimento) somadas às deformações da base de amplitude normal, não suplantem a capacidade resistente dos mesmos, permitindo dissipar as tensões induzidas, sem que surjam fissuras que lhe comprometam o desempenho e a integridade.

As juntas de trabalho têm também a função de juntas de controle, juntas estas que ao serem colocadas em posições passíveis de aparecimento de fissuras, permitem a



dissipação de tensões que de outra forma provocariam o aparecimento de fissuras e trincas. Por exemplo, quando prevê-se a ocorrência de deformações diferenciais de grande amplitude entre elementos da base (entre a alvenaria e um pilar, por exemplo).

Estas juntas, no momento do efeito da expansão ou contração do painel de revestimento, devem apresentar características de deformabilidade compatíveis, a fim de absorverem os movimentos introduzidos, pois, é de fundamental importância que o revestimento possa se movimentar livremente a fim de evitar empenamentos ou descolamentos dos elementos com relação à base.

O princípio de funcionamento desta junta é criar, no revestimento, uma região o mais resiliente possível, de modo a provocar a migração das tensões surgidas no painel, dissipando-as pela deformação de um material elastomérico, mantendo assim a integridade do mesmo.

### **2.2.3 Estruturais**

As juntas estruturais, também denominadas de dilatação, são projetadas com a função de absorver as tensões surgidas com a deformação de todo o edifício de modo a manter a integridade de seus elementos estruturais e das vedações.

A especificação deste tipo de junta tem origem na elaboração do projeto estrutural, e deve ser inteiramente definida por este. Na figura 2.2 apresenta-se esquematicamente uma junta estrutural típica. É importante ressaltar que obrigatoriamente a junta no revestimento cerâmico deverá se sobrepor inteiramente à junta estrutural, ter a mesma espessura e permitir uma deformação de igual amplitude que a prevista no projeto estrutural para a deformação do edifício.

## **3 CONSIDERAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS**

A seqüência lógica de desenvolvimento de um empreendimento requer sempre a elaboração do projeto previamente à sua realização. Entretanto, poucos subsistemas são realmente executados a partir de um projeto específico e ainda assim, a obra chega ao seu final.

Há que se considerar, no entanto, qual o custo real do empreendimento e a que custo cada subsistema é executado quando ele não é devidamente projetado. Com toda a segurança, a experiência tem mostrado que o custo final de uma atividade realizada de modo não planejado é muito superior ao de uma adequadamente projetada.

Deve-se salientar porém, que o avanço efetivo da produção somente será alcançado com a elaboração de um projeto construtivo. Este deve conter todas as informações e parâmetros necessários para que se exerça total domínio sobre a produção, ou seja, é neste projeto que devem estar determinados os materiais, as técnicas, os equipamentos e o tipo de mão-de-obra a serem empregados, bem como os procedimentos de controle de qualidade.

O projeto de revestimento pode ser desenvolvido em conjunto com o projeto arquitetônico ou posteriormente. É essencial porém, que contemple todas as especificações gráficas e descritivas que definam completamente como o mesmo deverá ser executado. Estas referem-se, por exemplo: à definição da composição e dosagem das argamassas e da espessura das camadas moldadas com estas; à definição

dos componentes cerâmicos; à definição de detalhes construtivos necessários ao bom desempenho do revestimento; à definição de detalhes que incrementem a produtividade do processo; à definição dos parâmetros de controle e especificações de desempenho.

### **3.1 Parâmetros para projeto**

Os principais parâmetros a serem considerados ao se projetar o revestimento são: a natureza e as características da base e das camadas constituintes; as solicitações de obra; as solicitações durante sua vida útil; as condições de proteção e de contorno e a geometria dos painéis a serem revestidos.

#### **3.1.1 Natureza e características da base**

A base de um sistema de revestimento pode ser constituída por componentes de alvenaria de diferentes tipos como, por exemplo, de blocos cerâmicos, blocos de concreto, e também por elementos estruturais como vigas e pilares de concreto armado.

Cada um destes elementos, quando inseridos na vedação, apresenta um comportamento distinto frente as diversas solicitações e, portanto, a base adquire importância para o desempenho do revestimento, pois trata-se do seu suporte.

#### **3.1.2 Natureza e características das camadas constituintes**

Na elaboração de projetos de revestimento deve-se considerar as características de cada uma das camadas que o compõe, isto é, materiais constituintes, espessura, técnicas mais adequadas para a produção, etc.

No que se refere às camadas constituídas por argamassa, apresenta-se a seguir algumas das informações mais importantes, que precisam ser abordadas a fim de subsidiar as decisões de projeto do revestimento cerâmico.

A camada de preparo da base ou chapisco, deve, necessariamente, ser aplicada nas superfícies de fachada, podendo ser omitida nos revestimentos internos em locais cujas solicitações, em relação à aderência, apresentem um valor inferior às que ocorrem na fachada.

A camada de regularização da base deve ser projetada com a espessura mínima necessária para atender as funções do revestimento, quais sejam:

- superfícies internas: 10 mm;
- superfícies externas: 20 mm.

A necessidade de maior espessura para o revestimento externo é justificada pelo maior grau de solicitação sofrido por esta camada, tanto em termos de deformações como pela constante presença de água de chuva. Cabe ressaltar que a estanqueidade do revestimento deve ser garantida pela camada de regularização e não pela camada de acabamento.

A camada de regularização deverá ser sarrafeada a partir de mestras definidas com precisão e apresentar acabamento desempenado (com desempenadeira de madeira), a fim de que apresente planicidade, textura e regularidade adequadas. A planicidade poderá ser verificada com o auxílio de uma régua metálica com 2 m de comprimento,

sendo passada em todas as direções. Em nenhum ponto deverá haver desvio superior a 3 mm, seja em termos de depressões ou abaulamentos.

As argamassas a serem empregadas nestas camadas devem ser constituídas por cimento, cal ou saibro e areia, em proporções a serem determinadas com base em uma metodologia racional de dosagem de argamassas. Por exemplo pode-se adotar a sistemática constante do texto [4].

A definição da espessura da camada de fixação é função tanto das características do tardoz do componente que, se apresentar grandes ou pequenas saliências necessitará de uma camada mais ou menos espessa, respectivamente, como das condições de regularidade superficial do substrato.

Em relação aos componentes cerâmicos disponíveis no mercado, a espessura da argamassa colante aplicada com desempenadeira de aço dentada pode variar de 2 a 5 mm, podendo superar o extremo superior nos casos em que a irregularidade superficial é elevada (nestes casos é tecnicamente desaconselhado o emprego de argamassa colante com as formulações atualmente empregadas no Brasil). E, evidentemente, em função da espessura da camada, o consumo de material será diferenciado podendo variar de 3,5 a 9,0 Kg de argamassa por metro quadrado de revestimento.

### **3.1.3 Solicitações do revestimento**

As solicitações de obra e durante a vida útil do revestimento condicionam as características que o revestimento deve apresentar como resistência mecânica, comportamento térmico, resistência aos raios solares e intempéries, etc. Neste caso, cada camada deve dar a sua contribuição para o adequado desempenho do conjunto.

A base e a camada de regularização estarão solicitadas ao longo da construção do edifício, principalmente quando se tratar de vedações externas. Ambas deverão apresentar características mecânicas que lhes permitam resistir a ação das intempéries sem que haja alteração de sua superfície, a fim de que seja possível a execução da camada final sobre um substrato íntegro e resistente.

Quanto à camada final, pode-se dizer que será solicitada a partir do momento de sua execução até o final de sua vida útil. Os revestimentos cerâmicos apresentam, como grande vantagem, elevada resistência superficial e manutenção de suas cores mesmo sob condições adversas, porém por se tratarem de componentes modulares, os principais problemas concentram-se nas juntas, tanto entre os componentes como nas de movimentação ou construtivas.

Portanto, a fim de que o revestimento não venha a se deteriorar precocemente, faz-se necessário que as juntas sejam projetadas de modo a resistirem às solicitações devido à presença de água, variações térmicas, ação de agentes químicos e biológicos, etc.

### **3.1.4 Condições de exposição**

Ao se elaborar o projeto dos revestimentos deve-se considerar sob que condições estes serão executados. No caso de edifícios habitacionais e comerciais, quando o revestimento é interno, as condições de proteção durante a execução estão garantidas plenamente.

No caso de fachadas, recomenda-se considerar as solicitações a seguir relacionadas, a fim de que possam ser especificados os materiais e as técnicas de execução compatíveis com as mesmas: clima predominante na região; intensidade pluviométrica; temperaturas máximas e mínimas diárias e possibilidade de ocorrência de chuvas ácidas, etc.

Condições mais severas de exposição exigirão o emprego de camadas de regularização e acabamento de maiores resistências mecânica e à penetração de água de chuva, bem como uma execução cuidadosa das juntas entre componentes e de movimentação.

### 3.1.5 Geometria dos painéis

As dimensões dos painéis de revestimento interferem no seu desempenho principalmente pelo potencial de deformações que apresentam.

Ao elaborar-se o projeto, as dimensões máximas deverão ser consideradas, a fim de que possam ser definidas as juntas de movimentação (de trabalho) nos locais mais adequados, evitando-se desta forma, o surgimento de problemas patológicos decorrentes da ausência da mesmas, como as fissuras e descolamentos.

A definição da geometria dos painéis auxilia também na distribuição dos componentes a serem utilizados, bem como na definição da paginação modular<sup>2</sup>. Esta, quando definida na fase de projeto, conduz à racionalização das atividades de canteiro, evitando-se possíveis erros ou alterações na concepção original do revestimento, além de diminuir os desperdícios.

## 3.2 Desenvolvimento do projeto

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

A primeira envolve a **análise preliminar** dos demais projetos do edifício, buscando-se identificar e conhecer as especificações produzidas para os demais sistemas.

Com os subsídios da primeira etapa, desenvolve-se a etapa de **especificações e elaboração do projeto** de revestimento, na qual devem ser considerados os parâmetros anteriormente abordados e a necessidade de adoção de detalhes construtivos específicos, como juntas, pingadeiras, contra-marcos, etc., entre outros.

Na terceira etapa, de **redefinição do projeto**, as diretrizes globais do projeto poderão ser reavaliadas admitindo-se correções para as especificações inicialmente elaboradas, principalmente em decorrência das reais características da obra, da alteração da programação das atividades, da disponibilidade de materiais, etc.

### 3.2.1 Análise preliminar

O projeto dos revestimentos deve considerar os demais projetos construtivos do edifício, envolvendo, em particular, os de alvenaria e de piso. Quando estes não existirem, as informações deverão ser obtidas dos projetos tradicionais como arquitetônico, estrutural, instalações e impermeabilização.

---

<sup>2</sup> Entende-se por paginação modular a definição em projeto da posição de todos os componentes cerâmicos e das espessuras de juntas entre eles, obedecendo as dimensões modulares dos mesmos, de modo a criar painéis apenas com peças inteiras ou de dimensões submodulares.

Destes projetos, deverão ser analisados e identificados os seguintes aspectos:

⇒ do projeto de alvenaria:

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

⇒ do projeto de piso:

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

Após a identificação de todas estas especificações faz-se necessário compatibilizá-las entre si, iniciando a elaboração do projeto propriamente dito.

### **3.2.2 Elaboração do projeto**

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

Para isto, pode-se lançar mão de uma série de recursos tais como, o emprego de materiais de comprovada qualidade, a elaboração de detalhes construtivos específicos, a especificação de adequadas técnicas de execução, buscando proporcionar condições de funcionalidade ao revestimento.

A seguir, são relacionadas algumas recomendações para a elaboração do projeto, busca-se aqui reunir pelo menos as principais diretrizes para que, tomadas como referência, sejam o ponto de partida para a definição do projeto.

#### **3.2.2.1 Criação de elementos arquitetônicos ou construtivos**

Recomenda-se criar elementos específicos, principalmente nas fachadas, buscando afastar e diminuir a incidência das águas de chuva, minimizando o efeito nesta superfície e melhorando o comportamento dos revestimentos.

Estes elementos podem ser de diversas naturezas como, por exemplo, os apresentados a seguir:

- uso de peitoris avançados nas janelas, com proteção mínima de 25 mm;
- especificação de lajes com ressalto nas fachadas, permitindo a descontinuidade do painel de revestimento, proporcionando-lhe maior capacidade de absorver deformações;
- especificação de revestimentos diferenciados sobre os componentes estruturais, permitindo a construção de juntas entre estes e a vedação;
- execução de vergas e contravergas salientes ou algum outro detalhe em relevo, que avance sobre a fachada funcionando como pingadeiras e diminuindo as dimensões do painel de revestimento.

### **3.2.2.2 Definição dos arremates no topo do edifício**

Recomenda-se adotar detalhes construtivos adequados para o acabamento do respaldo e da platibanda do edifício, a fim de evitar possíveis infiltrações de água. A seguir, faz-se algumas sugestões:

- quando existirem beirais, deve-se procurar especificá-los sempre providos de calhas para captação de água, sendo que na especificação do sistema de captação de águas pluviais, considerar as declividades necessárias ao adequado escoamento das mesmas;
- revestir adequadamente o topo das platibandas, usando preferencialmente um sistema de impermeabilização ou ainda, o próprio material cerâmico com rejunte garantidamente estanque.

### **3.2.2.3 Definição da execução de pontos críticos**

Durante a elaboração do projeto deve-se identificar e detalhar a execução de pontos críticos, tais como:

- as arestas vivas das vedações internas, onde deve-se, preferencialmente, empregar cantoneiras metálicas para o perfeito acabamento e proteção;
- os encontros de paredes e pisos, cuidando-se para o perfeito arremate das juntas. Observe-se que, neste ponto é possível a execução de uma junta de movimentação sem implicações estéticas, sendo o local preferencial para posicioná-la; os arremates junto aos pontos de água e caixas elétricas. Nestes casos, a canopla das torneiras e registros e os espelhos das caixas devem proporcionar um arremate perfeito com o revestimento, devendo-se ter cuidados especiais com os cortes dos componentes;
- o encontro dos revestimentos com as esquadrias (janelas e portas), sendo que, neste caso, os marcos e contra-marcos ou mesmo os batentes devem determinar o nivelamento da superfície final do revestimento, e a guarnição deve proporcionar um correto acabamento.

### **3.2.2.4 Definição dos painéis de revestimentos**

Deve-se buscar definir painéis de revestimentos cujas dimensões permitam suportar as deformações decorrentes das distintas solicitações. Para o desvinculamento, podem ser

empregadas juntas de movimentação, sendo que algumas diretrizes para a sua definição são apresentadas a seguir:

***a) Revestimentos internos correntes***

Para os revestimentos internos correntes, isto é, em edifícios habitacionais e comerciais em geral, não se faz necessário a execução de juntas de movimentação além da junta horizontal no encontro da parede com o piso, pois, neste caso, as tensões surgidas podem ser dissipadas através das juntas entre componentes. Nos revestimentos internos, os painéis e os componentes empregados são de reduzidas dimensões e o nível de solicitações é baixo. Cabe ressaltar, entretanto, caso existam superfícies a serem revestidas de desenvolvimento horizontal muito extenso, que pode-se aproveitar o encontro do revestimento com as aberturas, principalmente as portas, para que ali seja executada uma junta vertical.

***b) Revestimentos externos***

Para o posicionamento das juntas de movimentação nos revestimentos externos, deve-se considerar a amplitude das tensões que possam vir a ocorrer. O nível de tensões, porém não é de fácil definição, uma vez que decorre de um conjunto extenso de variáveis, como, por exemplo, as condições de exposição, o grau das solicitações da base, a tipologia estrutural.

Assim, busca-se com as orientações aqui apresentadas projetar o revestimento de fachada com margens de segurança tais, de modo a reduzir ao mínimo a probabilidade de ocorrência de trincas e fissuras ao longo de sua vida útil.

Quanto ao valor da espessura da junta de movimentação, tanto na direção vertical como na horizontal, recomenda-se o intervalo entre 8 e 12 mm. É correntemente aceito que uma junta de movimentação deve ser dimensionada para absorver a no máximo 30% de sua espessura. Assim, uma junta de 10 mm poderia absorver deformações de até 3 mm.

**1) Juntas horizontais:** executadas a cada pavimento podendo estar localizada o mais próximo do encontro dos componentes estruturais e da alvenaria, no piso do pavimento e nas aberturas de janelas ou ar condicionado.

**2) Juntas verticais:** o posicionamento das juntas verticais deve ser tal que o painel tenha dimensões de 9 m<sup>2</sup> à 30 m<sup>2</sup>. Dentro desta ampla faixa de variação pode-se distinguir duas condições extremas: a mais desfavorável, que exige painéis de no máximo 9 m<sup>2</sup> pode ser caracterizada pelos fatores que seguem: emprego de peças cerâmicas com menos de 5 juntas verticais entre componentes por metro linear; cor “quente” (tonalidades escuras ou na faixa do vermelho), fosco; fachada com insolação total em grande período do dia (norte); elevado índice de insolação; estrutura muito deformável (laje cogumelo) e fachada sem aberturas e sem descontinuidades.

O outro extremo, o mais favorável pode ser caracterizado pelos fatores que seguem: emprego de peças com 5 ou mais juntas verticais entre componentes por metro linear, cor clara (branco, areia, gelo por exemplo), brilhante; fachada sem insolação em grande período do dia (sul); estrutura rígida (pórtico); fachada com muitas e grandes aberturas e com recortes.

Nos casos de situações intermediárias, deve-se definir a distância das juntas considerando-se os dados anteriormente colocados e as características específicas da fachada a ser revestida.

Para a distribuição das juntas verticais deve-se considerar que as arestas dos edifícios são pontos críticos de concentração de tensões. As publicações técnicas (normas e especificações) internacionais recomendam sempre projetar juntas de movimentação verticais o mais próximo possível das arestas, numa distância máxima de 60 cm.

### 3.2.2.5 Definição das características das juntas entre componentes

A escolha das dimensões das juntas entre componentes é função principalmente do material de que estes são feitos, da sua qualidade e uniformidade dimensional, das suas dimensões, do nível de solicitações a que o revestimento estará submetido e das exigências estéticas de projeto.

Na tabela 3.1 apresenta-se espessuras de juntas mínimas recomendadas, considerando-se que os componentes cerâmicos sejam de boa qualidade.

**Tabela 3.1 Dimensões mínimas para as juntas entre componentes cerâmicos**

Área dos componentes A (cm <sup>2</sup> )	Revestimento interno (mm)	Revestimento externo (mm)
$A \leq 250$	1,5	4,0
$250 < A \leq 400$	2,0	5,0
$400 < A \leq 600$	3,0	6,0
$600 < A \leq 900$	5,0	8,0
$A > 900$	6,0	10,0

### 3.2.3 Redefinição de projeto

Esta etapa desenvolve-se em paralelo com a obra e pode ser considerada como atividade eventual de correções e ajustes das especificações estabelecidas. Espera-se que grande parte das especificações iniciais se mantenham. No entanto, em função das características próprias da construção civil, a implantação de correções e redefinições, até mesmo nos últimos estágios das atividades de execução é uma dinâmica necessária.

Considerando-se este fato, sob o ponto de vista do controle de qualidade de execução e aceitação dos serviços, esta dinâmica é valiosa. Entretanto, ocorrendo devido à falta de especificações e definições claras de projeto deve ser evitada.

Basicamente, os seguintes tipos de especificações poderiam ser redefinidos:

- espessura da camada de regularização, principalmente em função da falta de nivelamento da base;
- alteração da composição e dosagem das argamassas tanto em função da alteração da espessura da camada como da variação das características dos materiais de construção (principalmente dos agregados);
- alteração das técnicas de execução devido a alterações em “a” e “b”;
- alteração nas especificações da camada de fixação em função dos desvios encontrados na camada de regularização;



- e) alteração das dimensões dos painéis de revestimento e das juntas entre componentes, da modulação; da paginação; dos locais de recortes, etc., caso os componentes cerâmicos aceitos em obra não atendam às especificações preliminares ou, as condições de obra ou de exposição tenham se alterado muito em relação as previstas;
- f) alteração de detalhes como peitoris, pingadeiras e contra-marcos.

#### **4 PRODUÇÃO DOS REVESTIMENTOS VERTICAIS COM COMPONENTES CERÂMICOS**

A produção do revestimento cerâmico é entendida, neste trabalho, como o conjunto de atividades necessárias à adequada execução da camada de acabamento e compreende os seguintes aspectos: verificação e preparo do substrato; aplicação da camada de fixação; assentamento dos componentes; execução do rejuntamento e limpeza e execução das juntas de movimentação.

Para que o revestimento proporcione o desempenho esperado, é necessário que se tome uma série de cuidados ao longo do processo de produção, que envolve desde a compra dos componentes e da argamassa colante até a limpeza e manutenção do revestimento executado.

##### **4.1 Cuidados básicos para a produção dos revestimentos**

O método de execução, aqui proposto, busca reunir os parâmetros fundamentais para que as atividades sejam realizadas de modo programado e racionalizado, evitando-se desperdícios e possíveis fontes de problemas.

###### **4.1.1 Compra técnica**

Os componentes cerâmicos são classificados pela própria indústria considerando-se as variações que podem ocorrer em suas dimensões, tonalidade, regularidade superficial, etc. Salienta-se que, conforme os critérios da fábrica, defeitos grosseiros, como cavidades, trincas, etc., são eliminados da linha de produção.

Assim, ao se especificar um lote de determinado padrão de qualidade, não se deve receber material de qualidade inferior. É necessário, pois, que se tenha critérios bem definidos de compra e aceitação destes materiais. O conjunto destes critérios pode ser chamado de controle de qualidade de compra e recebimento de componentes cerâmicos, e exige uma metodologia específica para ser implementado.

A compra técnica deve ser estendida também para a argamassa colante. Inicialmente, é necessário conhecer-se as características técnicas das marcas idôneas disponíveis, para então optar-se pela compra do lote. Como sistemática, pode-se recolher aleatoriamente amostras das 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 que apresenta maior eficiência, isto é, a que proporciona melhor qualidade por um menor custo. Para uma compra melhor fundamentada recomenda-se a avaliação da resistência de aderência potencial e para argamassas flexíveis a capacidade de absorver deformações.

#### **4.1.2 Estoque do material**

Os cuidados a serem observados estão relacionados às possíveis perdas e deterioração que podem decorrer de um mau armazenamento dos materiais.

No que se refere aos componentes cerâmicos, suas características de resistência e durabilidade, permitiriam que fossem estocadas a “céu aberto”. Porém, sob estas condições, sujeitam-se a um elevado grau de umidade e acúmulo de pó sobre sua superfície, podendo prejudicar suas características de aderência ao substrato. Além disso, deixando-se este tipo de material exposto, corre-se o risco de serem geradas perdas excessivas, principalmente em decorrência do manuseio indevido, pela destruição das caixas de papelão. Recomenda-se que, uma vez recebido o material na obra, ele seja protegido de intempéries e, de preferência, seja estocado em local de acesso restrito.

As caixas de componentes, que em geral contêm de 1 a 2 m<sup>2</sup> de revestimento, ao serem estocadas, devem ser empilhadas até uma altura máxima em torno de 1,5 m sobre base resistente, a fim de que seja evitados possíveis danos e até uma altura compatível com a capacidade suporte quando sobre laje.

A argamassa colante, por sua vez, merece cuidados ainda maiores, pois contém cimento em sua composição, devendo assim, ser protegida de intempéries e umidade. Recomenda-se estocá-la em local fresco e seco, distante de paredes e teto; respeitar o tempo de armazenamento recomendado pelo fabricante; não formar pilhas com mais de 15 sacos para que se evite o empedramento do material e utilizar inicialmente o material que esteja estocado há mais tempo.

Cabe observar ainda que em hipótese alguma deve-se utilizar uma argamassa com prazo de validade vencido ou que tenha iniciado seu processo de hidratação devido a problemas de armazenamento.

#### **4.1.3 Emprego de mão-de-obra especializada**

O uso de materiais de garantida qualidade, a especificação de técnicas de execução adequadas não resultam, necessariamente, num revestimento com desempenho desejado, pois, tal desempenho é determinado também pelo emprego de uma mão-de-obra capacitada e consciente de sua responsabilidade frente ao que se espera do produto final.

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

#### **4.2 Verificação e preparo do substrato**

O substrato para a camada de acabamento do revestimento cerâmico, geralmente o emboço de regularização, deve ter suas características avaliadas e corrigidas, quando não atenderem as especificações. O preparo do substrato corresponde então as atividades de verificação da planeza, rugosidade e limpeza superficial do mesmo.

Normalmente, se o emboço foi feito sobre controle e dentro das especificações, pode ser necessário somente a limpeza da superfície do mesmo.

#### **4.2.1 Limpeza superficial**

Os revestimentos deverão ser aplicados sobre superfícies isentas de quaisquer substâncias que possam vir a prejudicar-lhe a aderência. Alguns dos prováveis contaminantes e os procedimentos para sua eliminação são:

- partículas soltas e resíduos de argamassas - podem ser removidos empregando-se lixas, escovas ou jatos de água sob pressão moderada;
- manchas de óleo, graxa ou outras substâncias gordurosas - removíveis através de lavagem com solução de soda cáustica de baixa concentração, e posterior lavagem com água limpa em abundância ou, de preferência, água sob pressão moderada, aquecida e com detergentes específicos;
- manchas de bolor, fungos e outros microrganismos - removíveis com solução de hipoclorito de sódio (água sanitária ou de lavanderia) e posterior lavagem em abundância (também a água sob pressão é adequada).

Nos casos em que seja necessária a lavagem do substrato, deve-se esperar que este seque completamente antes da aplicação da camada de fixação.

#### **4.2.2 Rugosidade**

No que se refere à rugosidade da camada de regularização, esta deverá ser do tipo mediamente áspera, sendo obtida através de desempenamento leve com desempenadeira de madeira após o sarrafeamento.

Tal textura permite um grau de aderência compatível com a maioria das situações de exposição do revestimento e ainda, menor consumo de argamassa colante do que a superfície simplesmente sarrafeada. Além disso, a operação de desempenho permite maior planeza do substrato, característica importante para a qualidade final e melhora a estanqueidade do conjunto.

#### **4.2.3 Planeza**

Os revestimentos não deverão ser aplicados em substratos cujo desvio de planeza seja superior a 3 mm, verificado com uma régua de 2 m de comprimento em todas as direções.

Nos casos em que a superfície apresentar desvio superior a este valor de referência, os mesmos deverão ser corrigidos previamente à aplicação da argamassa colante. Esta correção, quando localizada, pode se dar pela aplicação prévia de uma fina camada da própria argamassa colante (1 a 3 mm), sendo que a execução do revestimento somente poderá se dar 5 dias após a aplicação.

Maiores cuidados deverão ser observados quando da execução dos revestimento externos. Neste caso, a verificação deverá ser feita considerando-se o edifício como um todo e não pavimento a pavimento, pois pequenos desvios no prumo de uma determinada fachada, podem causar problemas na modulação dos componentes nas fachadas adjacentes.

Recomenda-se, para os revestimentos externos, a descida de fios de prumo distanciados de no máximo 1,5 m; devendo existir sempre um fio de cada lado das aberturas existentes (janelas, ar-condicionado, etc.), a fim de que o controle do alinhamento dos componentes seja facilitado.

Recomenda-se ainda que antes do início dos trabalhos de revestimento, propriamente dito, sejam verificadas as reais dimensões de cada fachada, pelo menos a cada dois ou no máximo três pavimentos, para que as possíveis irregularidades possam ser conhecidas e previamente solucionadas.

### **4.3 Execução da camada de acabamento: assentamento com argamassa colante**

O assentamento dos componentes cerâmicos deve ser realizado o mais tarde possível a partir da execução da camada de regularização. Recomenda-se o prazo mínimo de sete dias para os revestimentos internos e quinze dias para os de fachada, a fim de permitir que ocorram a maior parte das tensões de retração do substrato, sendo assim possível minimizar o seu efeito sobre a camada final.

Após a verificação e a correção do substrato conforme item 4.2, tem início a aplicação da argamassa colante. Os procedimentos aqui adotados buscam levar a maior produtividade e qualidade de execução dos revestimentos.

#### **4.3.1 Ferramentas e equipamentos necessários**

O início dos trabalhos de revestimento se dá a partir da disponibilização de ferramentas e equipamentos a serem utilizados ao longo do processo de produção. A seguir, são listados aqueles usualmente empregados para uma adequada execução do revestimento.

##### ***a) para verificação e preparo do substrato:***

- prumo;
- esquadro;
- mangueira de nível;
- régua de alumínio (15 cm menor que o pé direito do pavimento);
- régua de alumínio (0,70 m a 0,80 m);
- metro articulado com 2 m;

##### ***b) preparo e aplicação da argamassa:***

- colher de pedreiro 9”;
- caixote para preparo da argamassa com dimensões de: profundidade - 0,18 m; largura - 0,55 m e comprimento - 0,70 m; sobre pés de 0,70 m de altura;
- balde para transporte da água de assentamento;

- desempenadeira dentada de aço, com o cabo fechado de ambos os lados, com dimensões dos dentes de 6x6 mm, afastados um do outro de 6 mm, para espessuras de até 2,5 mm da camada de fixação ou de 8x8 mm por 8 mm de afastamento para espessuras de até 3,5 mm;

***c) para preparo e aplicação dos revestimentos cerâmicos:***

- riscador com broca de vídea de ¼” devidamente afiada;
- cortador mecânico (vídea), por exemplo, Fermat ® , referência 2G 40;
- lima triangular de 30 a 40 cm;
- torquês pequena (a menor peça existente no mercado);
- torquês média;
- colher de pedreiro pequena sem o ferro na ponta do cabo;
- espátula de 1”;
- placa de compensado de 0,35 m x 0,80 m;
- serra elétrica tipo Makita ® com disco diamantado;
- furadeira e serra-copo;
- rodo pequeno para aplicação do rejunte.

**4.3.2 Preparo e aplicação da argamassa colante**

***a) Recipiente de mistura***

A argamassa deverá ser preparada em um caixote próprio, cujas dimensões, especificadas anteriormente, além de considerar os aspectos ergonômicos, proporcionando maior produtividade ao operário, considera também o volume de material que os sacos de argamassa contém e ainda, a possibilidade de se transitar com o mesmo nas áreas de banheiro cujas dimensões da porta são comumente de 60 cm.

Para o preparo da argamassa, o caixote deverá estar isento de resíduo que possa alterar as suas características, como argamassas velhas, água, etc.

***b) Proporções e condições de mistura***

A quantidade de água a ser misturada, para o preparo é função da composição da argamassa colante, podendo variar de um produto para outro. Deve ser adicionada em volume suficiente para que a argamassa seja trabalhável, isto é, para que possa ser adequadamente espalhada pela superfície. Para as argamassas usualmente disponíveis no mercado, sob condições normais de temperatura, a proporção a ser utilizada é de quatro partes de argamassa para uma de água.

Após a adição da água é necessário que o material seja devidamente misturado até que se mantenha uma pasta consistente, de boa trabalhabilidade e sem que apresente grumos. A mistura é feita com o auxílio da colher de pedreiro.

A consistência ideal da mistura poderá ser observada aplicando-se um pouco de argamassa sobre o substrato com a desempenadeira dentada. Os cordões resultantes deverão estar bem aderidos, não devendo fluir ou abater-se.

Não é permitido o acréscimo de mais água após a mistura inicial, porém é possível que a argamassa que caia durante a execução do revestimento seja reaproveitada, desde que não tenha sido contaminada por resíduos ou material pulverulento.

#### ***c) Repouso da argamassa***

O tempo recomendado pelos laboratórios de pesquisa, para o repouso da argamassa com resina celulósica após o preparo, é de 30 min. Entretanto, nas próprias embalagens do material, as recomendações para este tempo variam de dez a quinze minutos. Recomenda-se pois, que seja feita uma avaliação visual das características de trabalhabilidade da argamassa a fim de que seja encontrado o tempo ideal. Quanto maior o tempo de repouso melhores as características de trabalhabilidade e de desempenho da argamassa endurecida, entretanto, não se deve ultrapassar o prazo de 30 minutos pois o tempo útil será reduzido do mesmo prazo, podendo diminuir a produtividade dos operários.

#### ***d) Espalhamento***

Após o preparo, a argamassa deverá ser espalhada cuidadosamente sobre a superfície utilizando-se a desempenadeira de aço dentada, anteriormente recomendada. A indicação de uso de uma desempenadeira com o cabo fechado em ambos os lados é para que se possa proporcionar maior segurança e energia na aplicação da argamassa.

Inicialmente a argamassa deve ser aplicada com o lado liso da desempenadeira, imprimindo-se uma pressão suficientemente forte para que a argamassa tenha aderência ao substrato, buscando ainda uniformizar-se a superfície. Em seguida, passa-se a desempenadeira com o lado dentado, que resultará na formação dos cordões, cuja altura resultante é dependente do tipo de desempenadeira utilizada.

Recomenda-se que seja empregada a desempenadeira de dentes de 8x8x8 mm para revestimentos externos. Esta também deve ser empregada nos revestimentos internos quando a área do componente for superior à 250 cm<sup>2</sup>. Para revestimentos internos com peças inferiores a esta área utiliza-se a desempenadeira de dentes 6x6x6 mm.

A formação dos cordões deve ser feita passando-se sobre a argamassa espalhada na base a desempenadeira inclinada de aproximadamente 60 graus.

Recomenda-se que a espessura da camada de fixação varie de 2 mm a um máximo de 5 mm. Quando há necessidade de uma espessura de argamassa superior a 5 mm, é porque existe uma base mal acabada ou porque os componentes cerâmicos empregados apresentam empeno excessivo.

Em condições normais de tempo e de temperatura e considerando-se um operário de média produtividade, não se recomenda espalhar a argamassa sobre área superior a 1 m<sup>2</sup>. Esta área deve ser ainda menor nos casos em que a superfície a ser revestida

apresenta muitos recortes, como é o caso daquelas em que se concentram as instalações hidráulicas.

A aplicação dos componentes sobre a argamassa deverá ocorrer após o espalhamento da argamassa e antes da formação de uma película esbranquiçada sobre os cordões. Caso a película venha a se formar, a pasta deverá ser retirada, a superfície deverá ser cuidadosamente limpa, espalhando-se nova camada de argamassa.

### **4.3.3 Assentamento dos componentes cerâmicos**

Os procedimentos para o assentamento do revestimento cerâmico apresentam diferenças quando em ambientes internos ou externos. Assim, neste trabalho eles serão tratados separadamente. No entanto, algumas considerações são comuns a ambas as situações e serão inicialmente abordadas.

#### **4.3.3.1 Procedimentos gerais**

##### ***a) Molhagem da base***

Para o assentamento cerâmico com argamassa colante, em condições ambientais normais, não é necessária a pré-molhagem da base e dos componentes cerâmicos, procedimentos usuais no método tradicional. A principal justificativa deste fato é devido à propriedade de retenção de água da argamassa colante, que permite que ela, mesma espalhada em espessuras finas, mantenha a água necessária para promover as aderências argamassa-base e argamassa-componente e para a hidratação do cimento.

Todavia, quando as condições ambientais são agressivas, como por exemplo, sob: insolação direta; temperaturas muito altas; ação intensa de ventos e ou em situações de baixa umidade relativa do ar, pode ser necessário o umedecimento do substrato para que a cura da argamassa colante não seja prejudicada e garanta-se a aderência necessária, nem haja prejuízo na produtividade (o tempo de abertura pode ser muito pequeno, em condições desfavoráveis).

##### ***b) Manipulação dos componentes cerâmicos***

Os componentes, não deverão, em nenhuma hipótese, ser molhados ou umedecidos. A pré-molhagem das peças cerâmicas pode saturar totalmente os poros superficiais e prejudicar o processo de aderência mecânica (sucção contínua, pela base, da pasta cimentícia da argamassa de fixação).

Nos casos em que os componentes cerâmicos apresentem a superfície recoberta por pó ou outros contaminantes, os mesmos deverão ser retirados utilizando-se apenas do escovamento a seco. Na hipótese de isto ser impossível e houver a necessidade de utilizar-se de água para limpeza, a mesma deverá ser feita com antecedência, e os componentes só poderão ser utilizados quando apresentarem a superfície de assentamento seca.

##### ***c) Colocação do componente cerâmico***

A melhor forma de garantir um contato de 100% da superfície da peça cerâmica com a argamassa colante e, conseqüentemente, a máxima aderência, é aplicando-a a cerca de 2 cm das peças já assentadas e arrastando a peça até a posição final através de movimentos de vai e vem sob pressão. O procedimento de colocar diversas peças na posição e apenas “bater” em sua superfície tentando esmagar os cordões deve ser

desaconselhado fortemente pois, pode provocar uma diminuição muito significativa da aderência potencial.

#### ***d) Galgamento do painel***

O galgamento do painel (em revestimentos com componentes modulares) é a operação de materialização no local, antes do assentamento das peças, da modulação projetada. Nesta operação são determinadas as distâncias (horizontais e verticais) entre fiadas sucessivas, de modo a posicionar as peças de forma otimizada.

Para efeito de galgamento os painéis planos são definidos:

- nos revestimentos internos - por paredes ou trechos de parede interrompidos por elementos que quebrem a continuidade do plano a ser revestido (pilares e vigas em outros planos, mudança no tipo do revestimento no mesmo plano, etc.);
- nos revestimentos externos - panos contínuos entre juntas de trabalho (horizontais e verticais) ou limitados por qualquer elemento que quebre a continuidade do plano (pingadeiras de fachada, quinas, vigas e pilares aparentes ou salientes, mudança do tipo de revestimento, etc.).

#### ***e) Corte de peças cerâmicas***

Os cortes das peças cerâmicas deverão ser devidamente planejados e executados antes que se processe a aplicação da argamassa colante.

As arestas resultantes dos cortes deverão ser cobertas pelas canoplas das torneiras e registros ou pelas placas ou espelhos das caixas de luz, de modo que resultem em arremates perfeitos.

Para o caso de revestimentos cerâmicos de menor resistência mecânica, como por exemplo no caso dos azulejos, os cortes retos poderão ser feitos empregando-se o riscador (com ponta de vídea), sendo empregada a torquês quando necessitar de cortes circulares. Quando a peça for de maior resistência como os demais tipos de componentes cerâmicos, deve-se empregar, no caso de cortes retos um cortador mecânico (por exemplo, da marca “Fermat”, modelo 2G 40), ou elétrico (por exemplo, Makita com disco diamantado), sendo que para cortes circulares pode-se empregar a furadeira de bancada provida de serra-copo diamantada com guia interna.

### **4.3.3.2 Aplicação de revestimentos externos**

#### ***a) Sequência de execução***

Os revestimentos de fachada são executados normalmente, no Brasil, com o emprego de balancins (equipamentos montados em obra com um conjunto de catracas e suspensos, através de cabos de aço, em vigas presas na cobertura do edifício). Em outros países, os equipamentos mais utilizados são o andaime fachadeiro estático e o andaime fachadeiro móvel (de suspensão elétrica apoiado no solo), muito mais eficazes e seguros. No balancim as condições de trabalho são críticas e limitam a racionalidade e produtividade na execução dos revestimentos cerâmicos.

A seqüência mais adequada a este tipo de equipamento é a execução de cima para baixo em panos contínuos (sem mudança de direção). Isto facilita, por um lado, o aprumamento das juntas verticais e dificulta o nivelamento entre panos contíguos ortogonais.



***b) Galgas verticais: de painéis e intermediárias***

A galga entre juntas de trabalho de todo o edifício (ou entre linhas de referência ou de painéis) pré-estabelecida deve ser marcada em todas as fachadas ortogonais para servir de referência para o “fechamento” no mesmo nível de todas as fiadas horizontais.

Normalmente, em um trabalho de qualidade, a determinação destas referências é feita pela marcação prévia nos cantos convexos das suas extremidades e quando os balancins descem executando os painéis utilizam-se destas marcações para materializar (riscando sobre o emboço) a posição da junta que irá servir de referência.

Como o balancim desce de 1 a 1,5 metros de cada vez, deve-se obter galgas intermediárias entre as galgas de referência que permitam a execução de fiadas horizontais perfeitas na faixa de trabalho, sem perder a condição de fechamento das linhas que circunscrevem o edifício.

O prumo das juntas verticais é obtido com o auxílio de arames de fachada. A qualidade do serviço é normalmente função da quantidade destes arames. Para revestimentos com peças de grandes dimensões é usual que eles sejam posicionados entre cada duas ou três peças. Recomenda-se que a distância entre eles não ultrapasse um metro.

***c) Condições ambientais***

Durante a execução do revestimento externo deve-se considerar ainda as condições ambientais. Deve-se evitar executar a camada de acabamento sob tempo chuvoso ou excessivamente quente e ensolarado. No caso da execução sob chuva, pode haver uma lavagem da camada de fixação, comprometendo a aderência do componente ou também uma saturação completa do emboço, também prejudicial para aderência do conjunto. No caso de sol excessivo, pode haver evaporação acentuada da água de amassamento da argamassa, vindo também a comprometer a aderência.

Nos casos em que não for possível evitar estas condições, alguns cuidados especiais deverão ser tomados, como, por exemplo, proteger a área a ser revestida cobrindo-a com lonas plásticas.

**4.3.3.3 Aplicação de revestimentos internos**

***a) Sequência de execução***

Internamente, existe uma diferença nos procedimentos de execução em ambientes que apresentam forro falso. Quando o forro não existe, deve-se partir com o componente inteiro do teto, enquanto nos casos em que exista o forro, utilizam-se apenas componentes inteiros, a partir do piso até a última fiada na altura do forro. Exceto por esta particularidade, os demais procedimentos são basicamente os mesmos, existindo ou não o forro falso.

Recomenda-se que o início do revestimento interno se dê a partir da linha de visão do operário quando agachado (de cócoras), na posição de trabalho, tendo sequência para a parte superior. Somente depois de executada esta parte é que o operário deve finalizar a faixa inferior.

***b) Fiada de referência horizontal***

A posição da fiada mestra, ou de referência deve ser posicionada aproximadamente no terço inferior da altura do painel. Para posicioná-la, é necessário, após estabelecida a

galga vertical do painel, dividi-la em três partes e materializar a linha superior da fiada mestra, riscando-a no emboço. Nesta operação são empregados: o nível de mangueira, a régua de alumínio e o metro ou trena. A precisão admitida é de 1/1500, para serviços de superior qualidade.

#### **4.3.4 Execução das juntas**

As juntas aqui consideradas são as entre componentes e as de trabalho. As juntas de dilatação não serão abordadas pelas suas particularidades fugirem ao escopo do trabalho. Em alguns textos são definidas juntas chamadas construtivas, por exemplo, as que se situam na junção do painel com elementos adjacentes (sem ser de movimentação) - pisos, pilares, saliências ou com outros tipos de revestimento. Não são também aqui consideradas ou porque não diferem das juntas entre componentes ou porque não têm função de juntas, mas de detalhes construtivos, de arremate do serviço.

##### **4.3.4.1 Juntas entre componentes**

Os principais requisitos de desempenho exigidos de uma junta entre componentes são os seguintes: horizontalidade, verticalidade e uniformidade de espessura, a fim de atender as necessidades estéticas da camada de acabamento; estanqueidade, a fim de evitar infiltrações e capacidade de absorver deformações.

A fim de se atender aos requisitos relativos à estética do revestimento é que se recomenda o emprego de um espaçador durante a fixação dos componentes de modo a proporcionar uniformidade de espessura. Além disso, recomenda-se ainda, a contínua verificação do nivelamento, aprumamento e alinhamento das juntas através de linhas de referência.

##### ***a) Prazo de execução***

Recomenda-se que o rejuntamento dos componentes seja realizado respeitando-se um prazo mínimo de 72 horas, após a fixação dos mesmos. Esta orientação tem justificativa na necessidade de evitar o surgimento de tensões originadas da retração da argamassa de fixação e permitir que a camada de revestimento passe a trabalhar integradamente somente após a resistência de aderência atingir um determinado nível, dado pelo grau de hidratação do cimento.

Recomenda-se que o rejuntamento não ultrapasse muito o tempo mínimo pois, a junta exposta permite o acúmulo de sujeira, que irá dificultar a aderência do material de rejunte. Isto justifica-se também porque sem o rejuntamento o revestimento fica mais sujeito a danos eventuais devido ao fato de que cada peça deve resistir sozinha (sem o reforço dado pelo intertravamento lateral) aos esforços acidentais.

Em fachadas, este último é um procedimento relativamente difícil de ser implantado pela continuidade requerida pelos executantes no serviço de assentamento (a operação de subir o balancim para fazer o rejuntamento parcial é repudiada com a justificativa que prejudica muito a produtividade).

Como o atraso no rejuntamento é benéfico em fachadas, do ponto de vista de absorver deformações estruturais, pode-se optar por fazer o rejuntamento somente após o término de todo o assentamento, cuidando-se que as condições de limpeza da junta não prejudiquem a aderência.

***b) Limpeza***

Para que o rejuntamento possa ser iniciado é imprescindível que as juntas estejam devidamente limpas, sendo que a limpeza pode ser realizada com uma vassoura ou com uma escova de piaçava para que sejam eliminados todos os resíduos que possam prejudicar a aderência do material de rejunte, como por exemplo, poeira e resíduos soltos de argamassa colante.

Além dos cuidados com a limpeza, em condições de tempo excessivamente seco e com elevadas temperaturas, é possível que seja necessário o umedecimento das juntas previamente à sua execução, principalmente quando forem empregadas argamassas e pastas convencionais (produzidas na própria obra), cujo poder de retenção de água é reduzido. Sob condições ambientes normais, ou quando do emprego de argamassas e pastas industrializadas, o umedecimento da junta não é necessário.

Nas fachadas, quando o rejunte for feito após o término do assentamento de todo o pano é recomendado que a limpeza, seja feita por lavagem com água.

***c) Características do material de rejunte e das juntas***

O material de rejunte pode ser produzido na própria obra, como as pastas e argamassas à base de cimento branco ou serem adquiridos pré-dosados e pré-misturados. Estes são produzidos industrialmente e comercializados em pó sendo constituídos geralmente por argamassas cimentícias aditivadas.

Nos casos de juntas de espessura reduzida, isto é, até 2 mm, é comum o emprego de pastas de cimento com alvaiade (ou caulim) na proporção de 3 partes para 1, respectivamente (todas composições em volume de materias secos). Quando as juntas são de espessura média, isto é, entre 2 e 5 mm, adota-se argamassas de traço 1:1 (uma parte de cimento e uma parte de inerte, podendo este ser a areia fina e ou o alvaiade). Para juntas de mais de 5 mm adota-se um traço 1:2 (cimento:inerte). Pode-se, para as juntas mais espessas empregar-se também a argamassa colante como material de rejunte.

Estes materiais de rejunte tradicionais não são resilientes e por isto tem uma capacidade limitada de absorver deformações. Para incrementar esta propriedade é comum a adição de resinas vinílicas ou acrílicas disponíveis na forma de colas ou emulsões para pinturas. A adição destas resinas melhora também a estanqueidade e dificulta a fixação de microorganismos por diminuir a porosidade superficial, além de permitir um melhor acabamento. Recomenda-se uma mistura de uma parte de resina para 12 a 15 partes em volume de material em pó.

Hoje, com a disponibilidade no mercado de materiais específicos para o rejuntamento, pode não se justificar a produção deste material em obra, é mais racional o emprego dos produtos industrializados uma vez que estes, além de apresentar uma dosagem (em tese) controlada e uniforme, podem já trazer incorporadas as adições que permitem um melhor desempenho do rejunte, como por exemplo resinas com capacidade de reter água, que diminuem o potencial de fissuração, fungicidas e resinas elastoméricas. Além disso, são de muito mais fácil produção em obra, pois basta que sejam misturadas com água previamente a sua utilização.

***d) Execução***

Nos casos de rejuntamento de materiais cerâmicos de superfície porosa, recomenda-se que previamente à aplicação do rejunte seja passado sobre os componentes uma camada de cera incolor a fim de que o material de rejunte não seja absorvido pelo componente, correndo-se o risco de manchá-lo devido ao seu potencial de absorção. Esta situação é mais delicada e sensível quando do emprego de rejunte coloridos, notadamente os de cores fortes.

Com os cuidados iniciais observados, a pasta ou argamassa de rejuntamento deverá ser espalhada de modo que penetre uniformemente nas juntas, com o auxílio de um rodo pequeno, em movimentos alternados (semelhante ao limpador de pára-brisas).

Após o espalhamento de material de rejuntamento, as juntas poderão ser frisadas com madeira ou ferro redondo recurvado ou dando outro formato conforme especificações de projeto. Este procedimento permite uma maior compacidade da junta diminuindo a sua porosidade e, conseqüentemente, aumentando sua estanqueidade.

Com as pastas de cimento recomenda-se uma limpeza no dia seguinte por escovação do pó depositado sobre as peças cerâmicas seguido de pano úmido. Com argamassas (que contenham areia) a limpeza deve ser feita tão logo o endurecimento da mesma o permita (algumas horas).

Os materiais com resinas elastoméricas, no entanto, devem ser limpos rapidamente, cerca de 10 à 15 minutos após a aplicação, pois a secagem do mesmo sobre a cerâmica implica em difícil remoção. As recomendações são válidas para cerâmicas esmaltadas de superfície não-porosa. Em caso contrário deve-se avaliar a capacidade de manchamento do rejunte e adotar técnicas de proteção ou limpeza adequadas.

#### **4.3.4.2 Juntas de trabalho**

Os materiais normalmente indicados para execução destas juntas são os selantes elastoméricos como os de silicone, acrílicos, poliuretânicos e de polisulfetos.

A espessura das juntas de trabalho pode ser a mesma das juntas entre componentes, mantendo-se a modulação. A capacidade de absorver deformações, o nível de deformação previsto e o espaçamento entre juntas é que preponderantemente irão definir a sua espessura. Esta determinação é responsabilidade da etapa de projeto.

Na sua execução deve-se obedecer as características definidas em projeto. Normalmente, as juntas de trabalho em fachada são preenchidas concomitantemente com as juntas entre componentes, para aproveitar a subida do balancim.

A recomendação é seguir uma seqüência de operações resumidas em: corte com Makita do emboço sob a junta (até aproximadamente 50% da espessura do emboço); limpeza e eventual aplicação de primer, selador ou “Liquibase”; colocação da espuma limitadora de profundidade e proteção das bordas do revestimento cerâmico com fita crepe; aplicação do selante com moldagem da forma exterior da junta e retirada da fita crepe após cura (ou recomendação do fabricante do mesmo). Deve-se evitar condições climáticas agressivas, principalmente chuva (antes, durante e após a selagem da junta).

As posições das juntas de trabalho devem estar claramente definidas no projeto de revestimento e a sua execução deve obedecer estritamente o que foi projetado.

## **5 PROBLEMAS PATOLÓGICOS NOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS VERTICAIS**

Um problema patológico pode ser entendido como uma situação em que o edifício ou uma sua parte, num determinado instante da sua vida útil, não apresenta o desempenho previsto.

O problema é identificado, de modo geral, a partir das manifestações ou sintomas patológicos que traduzem-se por modificações estruturais e/ou funcionais no edifício ou na parte afetada, representando os sinais de aviso dos defeitos surgidos.

Considerando-se todas as etapas do processo de produção de edifícios, pode-se dizer que a maior parte dos problemas patológicos que ocorrem ao longo de sua vida útil, tem origem nas fases de elaboração do projeto e de execução.

Os problemas originados na fase de projeto, ocorrem de modo geral, por dois motivos: inexistência de um projeto específico em que sejam definidas as características do revestimento como um todo ou ainda por erros de concepção durante a elaboração do projeto, pois quando este existe, está limitado aos efeitos arquitetônicos, em que muitas vezes suas diretrizes são dadas independentemente das condições reais de exposição e dos requisitos básicos a sua construção.

No que se refere à fase de execução dos serviços de revestimento é imprescindível que os técnicos envolvidos com a produção dos mesmos tenham o domínio das corretas técnicas, necessitando conhecerem ainda as possíveis patologias originadas por problemas decorrentes desta fase.

Embora se reconheça a dificuldade em se dominar a tecnologia de projeto e de execução dos revestimentos, principalmente em função da falta de disponibilidade de profissionais com formação adequada para enfrentar tal situação, é extremamente necessário que se busque adotar uma metodologia de desenvolvimento do projeto que contemple todos os detalhes executivos; a especificação de materiais compatíveis com as condições de uso; a interação do revestimento com as demais partes do edifício como esquadrias, pisos, instalações, etc., fornecendo assim, os subsídios necessários para um adequado desenvolvimento dos serviços em obra buscando minimizar ou mesmo eliminar as improvisações e as decisões no momento da execução.

Os principais problemas encontrados nos revestimentos cerâmicos são abordados a seguir.

### **5.1 Perda de Aderência (descolamento)**

A perda de aderência pode ser entendida como um processo em que ocorrem falhas ou ruptura na interface dos componentes cerâmicos com a camada de fixação ou na interface desta com o substrato, devido as tensões surgidas ultrapassarem a capacidade de aderência das ligações.

Com relação aos sintomas, pode-se observar, inicialmente, a repercussão de um som oco em alguns componentes, seguido do descolamento dos mesmos, podendo ocorrer, eventualmente, o descolamento imediato.

Uma observação não sistemática parece indicar que, em geral, o descolamento acontece depois de passado o primeiro ano da ocupação do edifício, podendo se manifestar através de casos isolados ou em grandes painéis. Parece ocorrer, com maior frequência,

nos primeiros e últimos pavimentos, provavelmente em função do maior nível de solitação a que estes estão sujeitos.

As causas do descolamento dos componentes podem ser diversas sendo uma das mais importantes a instabilidade do suporte, devido à acomodação do conjunto da construção, à fluência da estrutura de concreto armado e as variações higrotérmicas e de temperatura.

O ritmo de construção atual tem levado a que a fixação dos componentes cerâmicos ocorra num estágio da obra em que o suporte foi recentemente executado, apresentando-se ainda muito úmido e, em consequência disto, as modificações dimensionais devido à acomodação ou à retração do conjunto não foram desenvolvidas completamente.

Além disto, pode-se citar ainda como possíveis causas: o grau de solitação do revestimento; as características das juntas de assentamento e de movimentação; a ausência de detalhes construtivos (contravergas, juntas de canto de parede, etc.) e de especificação dos serviços de execução; a imperícia ou negligência da mão-de-obra; a utilização do adesivo com prazo de validade vencido; a fixação dos componentes cerâmicos após o vencimento do tempo de abertura da argamassa colante e a presença de pulverulência ou de materiais deletérios nas superfícies de contato (base-regularização-componente cerâmico), fatores que nem sempre são observados quando da execução do revestimento.

A combinação dos fatores anteriormente citados com a variação de umidade a que o suporte está sujeito pode produzir a concentração de esforços locais de elevada intensidade de modo que se tenha a perda da aderência dos componentes, quando as tensões ultrapassarem o limite da resistência. É sabido que mesmo os suportes mais antigos ficam sujeitos a variações dimensionais causadas pela reumidificação, principalmente nos locais em que os revestimentos estão sujeitos à vapor d'água. Assim, mesmo para o caso de antigas construções é possível encontrar tais problemas.

Pode-se buscar conhecer, inicialmente, o tipo de ruptura ocorrida, verificando-se o estado do verso dos componentes (tardoz) e o estado do substrato, identificando se a ruptura se deu entre a camada de fixação com o componente, desta com o substrato, ou mesmo do próprio substrato.

Além destas informações, deve-se tentar levantar as características dos materiais e da mão de obra empregados, o período de execução do revestimento e ainda, as condições de exposição a que os componentes estiveram sujeitos ao longo da sua vida útil, as características do substrato (resistência mecânica, umidade, etc.), dentre outros.

A partir das informações obtidas busca-se realizar um diagnóstico do problema, sendo que qualquer que seja ele, deverá ser registrado através de documentos devidamente elaborados, obtendo como resultado parte do domínio tecnológico sobre o assunto, além de promover uma possível retroalimentação das informações obtidas, a fim de prevenir ou detectar os principais agentes responsáveis pelos descolamentos, para aplicação em futuros empreendimentos.

Vale observar que o problema do descolamento do componente cerâmico é mais acentuado nos casos em que os mesmos são assentados por argamassa convencional, que apresenta um elevado índice de umidade em sua constituição, além de apresentar elevada espessura uma vez que é a própria argamassa de regularização. Nos casos de

emprego da argamassa colante, quando o material é de garantida qualidade e respeitou-se o seu tempo de abertura durante a execução, este problema é bastante reduzido pois trabalha-se com um substrato mais seco e uma argamassa de reduzida espessura.

## 5.2 Trincas, gretamento e fissuras

Estes fenômenos caracterizam-se por apresentarem uma perda de integridade da superfície do componente cerâmico, podendo até mesmo levar ao seu descolamento. A trinca, pode ser entendida como a ruptura no corpo da peça, sob a ação de esforços, provocando a separação de suas partes e , manifestada através de linhas estreitas que configuram o grau de sua abertura, sendo que, em geral, apresenta-se com dimensões superiores a 1 mm. O gretamento e o fissuramento, por sua vez, são aberturas liniformes que aparecem na superfície do componente, provenientes da ruptura parcial de sua massa, ou seja, a ruptura que não divide o seu corpo por completo. São caracterizadas por apresentarem, aberturas inferiores a 1 mm.

As manifestações destes problemas podem surgir de maneira generalizada nos painéis revestidos, ou até, mesmo, em um único componente cerâmico, em quaisquer direções, horizontal, vertical e/ou diagonal, sendo as possíveis causas atribuídas a:

- dilatação e retração do componente cerâmico: que podem ocorrer devido à variação térmica ou de umidade no corpo cerâmico, que geram um estado de tensões internas que propicia o aparecimento destas manifestações patológicas;
- deformação estrutural excessiva: estas deformações podem introduzir tensões na alvenaria que, eventualmente, ficam submetidas à diferentes esforços que nem sempre são completamente absorvidos sendo, então, distribuídos, pelo menos em parte, para os revestimentos. Caso estas tensões tenham intensidade superior às suportáveis pelo revestimento, fatalmente poderão ocorrer o seu descolamento ou levando ao aparecimento de trincas ou fissuras na sua superfície;
- ausência de detalhes construtivos: alguns importantes detalhes construtivos como as vergas e contravertas nas aberturas das janelas e portas; as pingadeiras nas janelas e platibandas e as juntas de movimentação dos revestimentos, podem auxiliar no bom desempenho dos revestimentos;
- a retração da argamassa convencional: este fenômeno pode gerar no revestimento o denominado efeito "beliscão", que ocorre com o emprego de argamassa convencional para o assentamento dos componentes cerâmicos. Após a fixação do componente a argamassa adere firmemente ao seu corpo e, sob o efeito de retração da mesma, pela secagem, promove um aperto ou "beliscão" no corpo cerâmico, resultando em tensões que tendem a tornar a superfície da face convexa e tracionada, favorecendo o aparecimento de fissuras e/ou trincas.

Os problemas de trincas e fissuras têm sido observados com maior frequência nos primeiros e últimos pavimentos, o que possivelmente, é resultado da falta de especificação de juntas de movimentação e detalhes construtivos adequados para as solicitações sofridas por estes pavimentos. Neste sentido, avalia-se que muito ainda tem para ser estudado, de modo a se buscar condições de produção específicas para os pavimentos mais críticos, bem como para os casos de grandes panos de fachadas, que também sofrem sérios problemas patológicos por falta de conhecimento do seu comportamento.

### 5.3 Eflorescência

A eflorescência é um problema patológico que pode apresentar diferenciados níveis de gravidade, desde a simples alteração da aparência da superfície onde se deposita, até, mesmo o descolamento dos revestimentos e degradação da pintura, quando existente.

Pode ser entendida como a formação de um depósito cristalino (sal) numa determinada superfície devido a ação do meio ambiente ou ainda, por ação química. Ela, geralmente, é causada pelo movimento da água através de um material poroso, onde são carreadas substâncias solúveis que serão depositadas sobre sua superfície após a evaporação da água. Sendo assim, são necessários, para o aparecimento do fenômeno, ao mesmo tempo, a presença de substâncias solúveis, de água, de um meio de transporte dessa solução para a superfície e a sua evaporação.

As substâncias solúveis são geralmente sais inorgânicos tais como os sulfatos de sódio, de potássio, de cálcio, de magnésio e os carbonatos de sódio e de potássio, que podem ter diversas origens. As possíveis fontes de sais solúveis durante a fabricação de componentes cerâmicos são: matérias primas cerâmicas; água usada na fabricação; reação de componentes da massa com óxidos de enxofre do combustível, durante a secagem e início da queima; defloculantes, além de outras substâncias solúveis adicionadas à massa.

Existem tratamentos especiais que podem ser empregados para a eliminação desses sais na fase de produção do componente, como por exemplo o tratamento com carbonato ou hidróxido de bório que é introduzido na massa de fabricação do biscoito. Porém, seu alto custo o inviabiliza, sendo raramente empregado. Outra solução é a queima dos componentes a temperaturas sempre superiores a 1100 °C que permite a dissociação dos sais fazendo com que sua parte leve seja queimada e a pesada seja incorporada à malha cristalina, estabilizando-se.

Tendo em vista que os atuais processos de produção dos componentes cerâmicos envolvem sempre temperaturas superiores a esta, a probabilidade da presença de sais solúveis nos componentes fica reduzida. Entretanto, uma vez aplicados, existem outras fontes de sais tais como: os componentes de alvenaria; a argamassa da camada de regularização e de fixação; a pasta ou argamassa empregadas no rejuntamento; a água (utilizada na construção, proveniente dos vários tipos de umidade, ou empregada na limpeza) e os produtos de limpeza em geral.

Deve-se ressaltar que a ação dos sais solúveis do cimento Portland, principal aglomerante das argamassas, é importante fonte de eflorescência nos revestimentos, devendo-se buscar minimizar o seu emprego.

O transporte da água, que por sua vez irá conduzir os sais até, a superfície, ocorre através dos poros dos componentes. A água aí presente pode ser originada na fase de execução das diversas camadas do revestimento, por infiltração em trincas e fissuras, devido a vazamentos nas tubulações, devido à condensação de vapor da atmosfera dentro de paredes ou ainda pela combinação destes processos.

Para que seja constatada a eflorescência, é necessário que a água evapore e deixe um depósito salino. Há, contudo, casos em que a solução não chega a cristalizar-se como em ambientes constantemente úmidos, ou no caso de sais de difícil secagem, como o cloreto de cálcio, carbonato de potássio e silicatos alcalinos. Portanto, esse tipo de



eflorescência aparecerá como uma exsudação na superfície, mais ou menos viscosa dependendo da sua composição e concentração.

Frente à complexidade que envolve o problema é quase impossível garantir a eliminação da eflorescência manifestada nos revestimentos, entretanto pode-se restringir o seu aparecimento tomando-se algumas providências, cujas principais são destacadas a seguir:

- a) redução do consumo de cimento Portland na argamassa de regularização o que é possível a partir de uma dosagem racional à exemplo do que vem ocorrendo com a produção dos contrapisos; ou ainda especificando cimento com baixo teor de álcalis para a produção destas argamassas;
- b) utilização de componentes cerâmicos para revestimento de qualidade garantida e isentos de umidade residual;
- c) garantir o tempo necessário para completa secagem de cada camada constituinte do subsistema revestimento;
- d) evitar o uso de ácido clorídrico (impropriamente chamado de "ácido muriático") durante a limpeza do revestimento logo após a execução do rejunte. E, caso se faça indispensável o seu emprego, empregá-lo em fracas concentrações e sem abundância.

A simples lavagem da superfície do revestimento, na maioria dos casos, é capaz de removê-la, podendo porém, voltar a surgir, em função das condições ambientais serem ou não propícias. Ao longo do tempo, os sais vão sendo eliminados, tendendo ao desaparecimento do fenômeno.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este documento procurou refletir, de forma sucinta, o atual estágio de desenvolvimento tecnológico no campo dos revestimentos cerâmicos para vedações verticais. O conteúdo do documento que o originou, que é apresentado neste de forma resumida, é o resultado de uma ampla pesquisa bibliográfica sobre o tema, bem como de uma série de observações realizadas em canteiros de obras, somadas à experiência dos profissionais envolvidos no projeto de pesquisa original.

Esta pesquisa evidenciou que hoje se tem um bom domínio da tecnologia de produção dos componentes cerâmicos, assim como, também tem sido significativo o avanço na produção dos materiais destinados à camada de fixação e ao seu rejuntamento. Estas razões ajudam a explicar porque os revestimentos cerâmicos têm conseguido manter o seu espaço no mercado nacional, tanto para a execução de revestimentos internos das áreas molháveis como principalmente nos revestimentos de fachadas de edifícios.

No entanto, o avanço na produção dos componentes e dos materiais complementares não vêm sendo acompanhado pela tecnologia de execução do revestimento como um todo. Na maioria das vezes, o que se observa é que a produção de revestimentos cerâmicos fica sob a exclusiva responsabilidade dos executantes (operários), uma vez que inexistem as especificações de projeto, de execução e de controle de qualidade.

Como procurou-se deixar claro neste trabalho, porém, a produção de um revestimento cerâmico compatível com as condições de utilização e as exigências do usuário é resultado de um conjunto complexo de atividades. Sabe-se que muitas destas atividades

não são corriqueiramente desenvolvidas na construção civil no Brasil, e por isto ocorrem os desperdícios, os problemas patológicos e os custos incompatíveis. Todavia, esta situação pode e deve ser mudada, sendo o caminho natural iniciar-se pela compreensão e aprendizado das tecnologias envolvidas.

#### **BIBLIOGRAFIAS DE REFERÊNCIA**

- ANUARIO PRODUTOS & TÉCNICAS. Treinamento completo do oficial pastilheiro. São Paulo, Pini, 1982, 15 p. Suplemento.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Azulejo** - NBR 7169. Rio de Janeiro, 1983.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Assentamento de Azulejos** - NBR 8214. Rio de Janeiro, 1983.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Azulejo: determinação do empeno** - NBR 9201. Rio de Janeiro, 1985.
- BAUER, ROBERTO J.F. **Recomendações quanto ao assentamento de azulejos**. Construção São Paulo, São Paulo, Pini, n. 2179, P.23-4.
- BRITISH STANDARD INSTITUTION. **Ceramic floor and wall tiles: specification for classification and marking, including definitions and characteristics**. London, 1983. BSI 6431 :part1.
- BRITISH STANDARD INSTITUTION. **Code of practice : external rendered finishes**. London, 1976. BS 6270.
- BRITISH STANDARD INSTITUTION. **Code of practice for design of joints and jointing in building construction**. London, 1981. BS 6093.
- BRITISH STANDARD INSTITUTION. **Wall and floor tiling : code of practice for internal ceramic wall tiling and mosaics in normal conditions**. London, 1976. BS 5385 :part 1.
- BRITISH STANDARD INSTITUTION. **Wall and floor tiling: code of practice for external ceramic wall tiling and mosaics**. London, 1978. BS 5385 :part 2.
- BRITISH STANDARD INSTITUTION. **Wall and floor tiling: code of practice for external ceramic wall tiling and mosaics in specific conditions**. London, 1986. BS 5385 :part 4.
- CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT. **Parquets colles**. DTU P 63-202. Paris, 1975.
- CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT. **Revetements muraux attaches em pierre mince**. DTU P 65-202. Paris, 1979.
- CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT. **Revetements de sol scelles**. DTU 52.1. Paris, 1985.
- LICHTENSTEIN, N.B. **Patologia das construções: procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição da conduta adequada à recuperação de edificações**. São Paulo, 1985. 191p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SABBATINI, F.H. et al. **Recomendações para execução de revestimentos de argamassas para paredes de vedação e forros.** São Paulo, EPUSP-PCC, 1988. (Relatório CPqDCC n.20020 - EP/ENCOL-1)

REVESTIMENTO CERÂMICO PORTOBELO. **Guia do assentador de revestimento cerâmico,** Tijucas, 29p. s.d.

SCHAARSHMIDT, H.A. **Revestimentos cerâmicos.** **Anuário Brasileiro de Cerâmica,** São Paulo, p. 112-114, 1987.