

PROCESSOS DE ASSENTAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS COMO REVESTIMENTOS

Eleana Patta Flain

Eng^a Civil, MSc, Chefe do Departamento de Técnicas de Arquitetura da Faculdade de Arquitetura da Universidade Mackenzie; Prof^a dessa Faculdade; Prof^a Elegida do Instituto Tecnológico da Aeronáutica – Dep. de Infra-estrutura Aeronáutica
Rua Itambé, 45 – Higienópolis – 01239-902 – São Paulo – SP
Fone: (11) 236-8392 - Fax: (11) 236-8435 - E_mail: epflain@terra.com.br

RESUMO

Neste trabalho, são descritos os processos de assentamento das placas pétreas em fachadas de edifícios de múltiplos pavimentos adotados no País. Tais processos são: com argamassa convencional, chamado de *processo tradicional* e com componentes metálicos, chamado de *processo racionalizado*. Mostram-se alguns aspectos relevantes sobre a elaboração de projetos desses revestimentos. Finalmente, são feitas algumas considerações acerca dos revestimentos pétreos aqui tratados.

INTRODUÇÃO

Os revestimentos com placas de rocha são cada dia mais utilizados no País, principalmente, em fachadas de edifícios residenciais e ou comerciais. A grande utilização desse tipo de revestimento deve-se, entre muitos fatores, a maior durabilidade, quando comparados com os revestimentos de argamassas, por exemplo, e ao efeito estético que proporcionam ao conjunto.

Buscando-se contribuir para o desenvolvimento dos revestimentos com placas pétreas é que neste trabalho procura-se salientar alguns aspectos relevantes do processo de produção dos revestimentos de fachadas de edifícios com placas pétreas, ressaltar a importância da adoção de inovações tecnológicas e da implantação da racionalização nos métodos construtivos destes revestimentos. Procurando-se obter finalmente níveis de qualidade e desempenho satisfatórios para esses revestimentos.

CARACTERIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE EXECUÇÃO DE REVESTIMENTOS PÉTREOS

A fixação da camada de acabamento com placas de pedra nas fachadas de edifícios pode se dar de duas maneiras básicas: por colagem (adesão físico-química ou aderência mecânica) com ou sem ancoragem de segurança (grampos¹) e por ancoragem mecânica. Na primeira utiliza-se argamassa convencional, argamassas colantes ou colas especiais, e na segunda, componentes metálicos. Atualmente, no Brasil, as técnicas mais

utilizadas para a fixação dos revestimentos pétreos em vedações verticais exteriores, são por colagem,

¹Segundo NBR 13707 (ABNT, 1996), são tipos de dispositivos de fixação compostos por uma única peça fabricada com barra de seção circular ou retangular, podendo ter uma das extremidades dobrada em L ou em gancho.

com ou sem grampos, utilizando argamassa convencional (processo tradicional), e por ancoragem mecânica com auxílio de dispositivos de fixação (processo racionalizado).

Processo tradicional

No Brasil é, ainda hoje, um processo de execução muito utilizado, principalmente nas regiões mais afastadas dos grandes centros, onde há maior dificuldade de obtenção de novos materiais e mão-de-obra especializada. Estendendo este conceito aos revestimentos pétreos, FLAIN (1995), conceitua o revestimento modular convencional como *método tradicional de assentamento de revestimentos* que consiste do assentamento dos componentes empregando-se argamassa convencional. O sistema de fixação com argamassa convencional, chamado por FLAIN (1995) de sistema de fixação por colagem, constitui-se do suporte, de uma tela previamente fixada a este, da camada de fixação e da camada de acabamento (placas de pedra e juntas). O suporte é responsável pela sustentação das camadas subseqüentes, a tela, segundo BS 5262 (BSI, 1976), tem por função proporcionar maior aderência entre a camada de fixação e o suporte, bem como servir de ancoragem para as placas de pedra que posteriormente serão amarradas à mesma. A camada de fixação, por sua vez, é responsável pela ligação da camada de acabamento ao suporte, proporcionando a aderência do conjunto. A última camada é a de acabamento, que constitui o próprio revestimento.

Processo racionalizado

Processos racionalizados segundo FOSTER (1973) apud SABBATINI (1989), são processos nos quais as técnicas organizacionais utilizadas nas indústrias manufatureiras são empregadas na construção, sem que disto resultem mudanças radicais nos métodos de produção. Segundo TARALLI (1984) apud SABBATINI (1989), incorporam princípios de planejamento e controle tendo como objetivo: eliminar desperdícios de mão-de-obra e materiais; aumentar a produtividade; planejar o fluxo de produção e centralizar e programar as decisões.

Segundo FLAIN (1995), a aplicação de componentes cerâmicos com adesivos (cola ou argamassa colante) é um processo racionalizado por significar um avanço na tecnologia de produção dos revestimentos. Fundamenta-se, principalmente, no fato de dissociar os serviços de produção, ou seja, separar a execução da camada de regularização da de fixação. Da mesma forma, pode-se considerar como sendo um processo racionalizado o assentamento de placas de pedra com argamassas

colantes ou colas. As argamassas colantes especiais para assentamento de placas pétreas estão em fase inicial de utilização no país, pois as mesmas ficaram disponíveis recentemente no mercado nacional o que faz com que até o presente momento, essas argamassas tenham sido utilizadas, no Brasil, em apenas uma fachada (3.000 m² aproximadamente), localizada na cidade de Curitiba (PR).

Tomando-se o conceito formulado pelos autores citados, pode-se considerar o assentamento das placas de pedra, através de componentes metálicos, como sendo também um processo racionalizado. Pois, quando da utilização de componentes metálicos, a fixação dos mesmos dá-se no momento do assentamento das placas, sendo que a camada de regularização, quando existente, foi previamente executada. Também pode ser considerado racionalizado pelo fato da utilização de componentes metálicos, fabricados fora do canteiro de obra e previamente definidos em projeto aumentar o nível de organização do processo.

Acredita-se que pode-se obter através da racionalização dos processos construtivos e da adoção de inovações tecnológicas, associadas a consolidação nos canteiros de obras, uma maior qualidade, desempenho e produtividade, e menores desperdícios de materiais e mão-de-obra.

CONSIDERAÇÃO SOBRE A ELABORAÇÃO DE PROJETO

FLAIN e CAVANI (1994) recomendam que para se chegar a etapa final da fase de projeto, que é a do desenvolvimento propriamente dito, os profissionais (arquiteto ou projetista) envolvidos com a elaboração do mesmo, considerem todos os fatores importantes, principalmente no que diz respeito a qualidade, ao desempenho e ao custo do produto final. Aliado a isso, é necessário o conhecimento de parâmetros, que poderão interferir de forma direta ou indiretamente no resultado final do projeto.

É importante enfatizar que, além de um projeto bem elaborado, torna-se imprescindível o acompanhamento da execução dos serviços, por parte dos projetistas, e o treinamento da mão-de-obra para a obtenção de um produto final com qualidade e menor custo. (FLAIN, 1995). A seguir faz-se uma abordagem de alguns destes parâmetros para o projeto de revestimento de fachadas com placas de pedra descritos por FLAIN e CAVANI.

Solicitações de projeto

As solicitações a que as placas de rocha, assim como seus componentes de fixação estarão sujeitos durante a obra e a vida útil do revestimento são as seguintes:

- a) cargas paralelas ao plano das placas;
 - peso próprio das placas;
 - peso próprio de eventual camada de isolamento térmico.
- b) cargas perpendiculares ao plano da placa;
 - ação do vento;
 - impactos acidentais.

c) solicitações devidas ao movimento relativo do suporte e do revestimento:

- deformações devidas a variações higrotérmicas;
- deformações permanentes devidas à retração e à deformação lenta do concreto.

Peso próprio

Em ambos os processos de assentamento das placas, com componentes metálicos ou com argamassa, o peso próprio das placas é relevante pois, no primeiro definirá as cargas verticais que atuarão nos componentes metálicos de fixação, sendo um dado para seu dimensionamento, e no segundo vai solicitar menos ou mais a camada de fixação, neste caso, necessitando de maior aderência ao suporte quanto maior for o peso próprio por unidade de área.

Choques

As placas de rocha, principalmente aquelas situadas em níveis mais baixos estão mais sujeitas aos choques acidentais. Quando da execução do revestimento em grandes alturas, o balancim utilizado poderá provocar choques nas placas.

Deformações térmicas

Para os revestimentos exteriores, no cálculo das deformações relativas entre o suporte e a camada de revestimento, devidas à dilatação térmica diferencial, deve-se considerar a diferença de temperatura que poderá ocorrer, entre a superfície do revestimento (levando-se em consideração a sua cor) e a camada de fixação.

Efeitos da umidade e chuva

As pedras normalmente utilizadas como revestimento de fachadas apresentam maior ou menor porosidade. Certas pedras absorvem praticamente pouca água enquanto outras podem absorver até 20% de sua massa.

A rapidez com que as construções atualmente são executadas explica a grande quantidade de umidade residual no interior das vedações verticais, que evaporam normalmente pouco a pouco para o exterior. Somando ainda a este fato, há a ocupação das edificações e o aquecimento dos locais o que gera uma abundante quantidade de vapor d'água que migra parcialmente para o exterior. A água pode ainda penetrar através das vedações verticais exteriores por capilaridade.

Recomenda-se deixar aberturas na camada de revestimento, em locais por onde não ocorra a penetração de água de chuva ou de lavagem, para permitir a evaporação da água que eventualmente tenha penetrado entre o suporte e a camada de revestimento. Quando o revestimento apresenta-se aderido ao substrato a água existente nas camadas do revestimento ao percolar pode carrear os sais solúveis da argamassa até a superfície do

revestimento provocando o aparecimento de eflorescência.

Ação do vento

Os esforços devido ao vento devem ser calculados de acordo com a NBR 6123.

Retração e deformação lenta da estrutura

Devem ser consideradas as deformações causadas pela retração da estrutura e da alvenaria e a deformação lenta do concreto, passíveis de ocorrerem após a execução do revestimento. Para evitar patologias posteriores no revestimento, recomenda-se que se aguarde o maior intervalo de tempo possível entre a execução do suporte e as camadas subseqüentes, de maneira que as deformações iniciais dos mesmos não venham solicitar o revestimento.

Aspectos a serem considerados no dimensionamento

O dimensionamento das placas de rocha restringe-se a determinação de sua espessura em função de suas dimensões (comprimento e largura), das características mecânicas da rocha, do sistema de fixação a ser empregado e das cargas atuantes. A determinação da espessura das placas pode também ser feita através de ensaios do conjunto placa componentes metálicos de fixação. Os componentes metálicos de fixação devem ser projetados de forma que resistam aos esforços a que serão submetidos e permitam a livre movimentação das placas.

As juntas que compõem o revestimento podem ser: entre componentes, de movimentação ou construtivas e estruturais. As juntas tem funções de acabamento estético, de estanqueidade e de absorver as deformações passíveis de ocorrerem no revestimento. O acabamento estético é exigido principalmente quanto a horizontalidade, verticalidade e uniformidade de espessura das juntas. As juntas entre componentes devem ter dimensões suficientes para absorver as movimentações diferenciais das camadas constituinte do revestimento.

Para que as juntas de movimentação exerçam suas funções e apresentem o desempenho esperado é necessário primeiramente que sejam devidamente projetadas (dimensionadas), sendo que devem ser consideradas, para o dimensionamento, as diversas solicitações a que as camadas do revestimento estarão sujeitas durante a vida útil do mesmo, bem como as características dos materiais utilizados nessas camadas.

Deverão ser previstas ainda juntas nos encontros de materiais distintos e em elementos que se projetem para além do plano do revestimento. As juntas estruturais quando previstas devem ser respeitadas em posição e largura no revestimento.

Os materiais utilizados para acabamento das juntas são os selantes e as argamassas. Recomenda-se a utilização das argamassas para o rejuntamento das juntas entre componentes quando a camada de

revestimento não estiver sujeita a ação de solicitações de grande intensidade, como por exemplo, nos revestimentos interiores. Quando para a fixação das placas utilizar-se argamassa convencional o rejuntamento das juntas entre os componentes poderá ser feito com nata de cimento ou com selante. Para melhorar à estanqueidade e a estética do rejuntamento pode-se rejuntar com argamassa de cimento e areia fina no traço 1:1 (em volume), com eventual adição de corante.

Para as juntas entre placas, quando fixadas com componentes metálicos, as mesmas devem ser rejuntadas com selantes.

Para o exterior, independente do processo de assentamento utilizado, recomenda-se os selantes, para o rejuntamento das juntas entre componentes e de movimentação, devido, principalmente, as suas características de deformabilidade. Quando do emprego de selantes no rejuntamento das juntas de movimentação, o fator de forma (proporção largura/profundidade) deve estar compreendido entre 2 e 1, conforme recomendações do fabricante do selante. Deve-se prever a utilização de material de enchimento quando for necessário adaptar o perfil das juntas às dimensões ideais do cordão de selante.

Escolha dos materiais

A escolha dos materiais mais adequados para o revestimento das vedações verticais deve estar ligada, principalmente, às características dos mesmos considerando-se a sua utilização, no caso da pedra, se exterior ou interior.

Características das rochas

Nas obras de vulto, previamente ao projeto, é importante que seja efetuada uma pesquisa da jazida para verificar a capacidade de fornecimento da mesma levando-se em consideração o atendimento ao cronograma da obra e a homogeneidade litológica e estética da rocha.

Na escolha da rocha o projetista deve considerar além dos aspectos estéticos, os seguintes:

- a) as características petrográficas que eventualmente possam influir na durabilidade da rocha, tais como: estado microfissural e presença de materiais deletérios e alterados;
- b) as propriedades físico-mecânicas da rocha, determinadas de acordo com as normas NBR 12.763, NBR 12.764 e NBR 12.767;
- c) a porosidade e a absorção da água, determinadas de acordo com a NBR 12.766;
- d) a viabilidade da rocha ser submetida aos processos de beneficiamento necessários à obtenção dos efeitos desejados (superfície polida, serrada, apicoada, flamejada, etc.)
- e) as alterações na aparência a que as placas estão sujeitas quando:

- submetidas à lavagens e à ação de produtos químicos de qualquer natureza (produtos de limpeza e outros);
- expostas às intempéries, no caso de revestimentos exteriores, no tocante,

principalmente, à poluição atmosférica e a morfologia da fachada, de modo a garantir que as águas das chuvas proporcionem uma lavagem uniforme;

- assentadas com argamassa.

Características dos componentes metálicos para a fixação

Os componentes metálicos de fixação devem ser constituídos de metais inalteráveis, isto é, que não sofram degradação devido ao ataque de substâncias existentes na atmosfera, em forma de gás ou vapor, dissolvidos na água da chuva ou na água de limpeza. Os principais metais que poderão ser utilizados para os componentes metálicos de fixação, são: aço inoxidável; cobre e suas ligas e alumínio, com as seguintes características.

a) Aço inoxidável:

- Tipo ABNT 302 - apesar de não ser recomendado por algumas normas, ele é utilizado principalmente pelo seu baixo custo. Acredita-se que a sua utilização deva ser restrita a ambientes interiores, pois apresenta uma maior quantidade de carbono, e este elemento diminui sua resistência aos agentes agressivos.
- Tipo ABNT 304 - para atmosferas urbanas e industriais isentas de cloretos;
- Tipo ABNT 316 - para atmosferas urbanas, marítimas e industriais que contenham cloretos;

b) Cobre e suas ligas:

O cobre e suas ligas possuem excelente resistência à corrosão atmosférica, bem como uma boa resistência à ação química provocada pelas argamassas. Mas, sua resistência mecânica depende essencialmente de suas ligas e do tratamento que recebe durante a sua fabricação.

- Cobre - recomendado para uso somente em grampos e não deve ser utilizado em ambientes que contenham H₂S (gás sulfídrico) e amônia.

O cobre, quando carregado pela água da chuva, poderá provocar manchas de cor verde (azinhavre ou zinabre) na superfície da rocha; este é um dos motivos, para a sua não utilização em componentes metálicos, além de sua baixa resistência mecânica.

- Latão - é uma liga de cobre e zinco que deve ser usada somente com teor de Zn inferior a 15%, pois quando em maiores quantidades estão sujeitas a dezincificação (perda de zinco) e, como consequência, há uma diminuição de resistência mecânica.
- Bronze alumínio - recomendado para atmosferas marítimas.

c) Alumínio - apresenta boa resistência quanto a corrosão, no entanto sua utilização é limitada devido principalmente ao seu alto custo. Em atmosferas marítimas e industriais devem ser utilizadas as ligas 653-T6, 6061-T6 ou equivalente.

Na elaboração do projeto dos componentes metálicos para a fixação das placas é importante a observação dos metais a serem utilizados, pois deve-se escolher metais que sejam compatíveis entre si, de modo a evitar a corrosão galvânica.

Características da argamassa de assentamento

A argamassa a ser empregada na fixação das placas de rocha deve ser de cimento e areia média no traço 1:3 (em volume), podendo ser utilizados aditivos plastificantes ou superplastificantes, a fim de obter-se argamassa de consistência fluida.

Características dos selantes

Os selantes devem:

- a) ser resistentes aos agentes atmosféricos;
- b) apresentarem boa aderência aos materiais nos quais são aplicados;
- c) ser estanques ao ar e à água e não causar manchas ou alterações nos materiais aos quais são aplicados;
- d) ser inertes em presença de substâncias químicas normalmente encontradas nos edifícios (alcalinidade das argamassas e produtos de limpeza);
- e) ter elasticidade suficiente e mantê-la ao longo do tempo.

Elementos de projeto

O projeto de revestimento de vedações verticais com placas de rocha deve ser constituído pelos seguintes elementos:

- a) vista frontal dos suportes a serem revestidos com a distribuição (paginação) das placas e a posição dos componentes de fixação, em escala adequada;
- b) detalhes construtivos dos encaixes, ranhuras e furos das placas, componentes metálicos, juntas de dilatação, fixações ao suporte, entre outros;
- c) memorial descritivo com especificações dos materiais e serviços, apresentando inclusive a tolerância máxima permitida para os desvios de prumo e planeza do revestimento com placas de rocha e as exigidas para os suportes.

Deverá constar do memorial descritivo, ainda, um roteiro e a periodicidade para a realização das inspeções, que deverá abranger os seguintes aspectos:

- a) estado dos selantes (continuidade, adesão às superfícies das juntas, coesão e presença de fissuras);
- b) existência de corrosão dos componentes metálicos de fixação;
- c) indícios de falta de aderência (som cavo ao serem percutidas) das placas fixadas com argamassa;
- c) eventual deslocamento das placas, entre outros aspectos relevantes para o revestimento.

ASPECTOS RELEVANTES NO PROCESSO DE ASSENTAMENTO DO REVESTIMENTO

A mão-de-obra utilizada na execução tem, assim como os materiais empregados e o projeto, importância decisiva no desempenho e durabilidade do revestimento.

Para minimizar os desperdícios e evitar os problemas patológicos é necessário o treinamento de equipes, o que é possível a partir da definição clara dos procedimentos de execução do assentamento

das placas de rocha considerando-se os processos ainda hoje utilizados.

Fixação com componentes metálicos **Preparo do suporte**

É comumente utilizada, quando da execução de revestimentos com placas de rocha fixados com componentes metálicos, a impermeabilização das estruturas de concreto armado, com duas demãos de tinta betuminosa. Para as vedações verticais executadas com componentes de alvenaria, como por exemplo blocos de concreto ou cerâmicos, recomenda-se executar um revestimento de argamassa do tipo emboço e impermeabilizar como nas estruturas de concreto. Observar que, em se suprimindo a camada de emboço, somente a impermeabilização não garantirá a estanqueidade das vedações verticais.

Execução do revestimento

Os componentes metálicos são fixados ao suporte por meio de chumbadores de preferência de aço inoxidável. Os furos para a fixação dos chumbadores são feitos com auxílio de uma furadeira de impacto com broca de vídea. Durante a execução dos furos, deve-se estar atento para detectar se este não coincidiu com algum furo de travamento das fôrmas ou com eventual falha de concretagem, pois nestas condições, pode haver comprometimento da fixação. Recomenda-se que seja retirado do interior dos furos os resíduos, provenientes da furação, antes da colocação do chumbador.

A posição dos chumbadores deverá ser sempre, perpendicular ao suporte. Para a colocação dos parafusos recomenda-se a utilização de um rosqueador. E para o ajuste e a verificação do aperto, a utilização de um torquímetro. Recomenda-se, que quando houverem dúvidas das cargas (condições desfavoráveis do suporte) que suportarão os parafusos, sejam solicitados ensaios para a verificação dessas cargas.

Os componentes de fixação poderão eventualmente, ser incorporados à estrutura de concreto. Nesse caso, quando da concretagem da estrutura os mesmos já deverão estar colocados na posição definida em projeto. A precisão no posicionamento desses componentes deve ser garantida, pois após o endurecimento do concreto haverá muita dificuldade em mudá-lo de posição ou mesmo retirá-los do local.

Após o posicionamento dos componentes metálicos os maiores cuidados deverão ser tomados no momento da concretagem, para que durante o adensamento do concreto o vibrador não altere a posição dos mesmos. O seu mau posicionamento traria dificuldades na posterior colocação das placas de rocha. Devido principalmente aos cuidados necessários no posicionamento desses componentes é que este procedimento está sendo deixado de lado e estão sendo cada vez mais utilizados os chumbadores (parafusos de expansão) para a fixação dos componentes metálicos ao substrato.

Posicionados os componentes tipo sustentadores, as placas de rocha são instaladas, estando os seus rasgos inferiores, preenchidos com selante. Para a colocação do selante nos rasgos das placas as mesmas deverão estar secas. A seguir são instalados os componentes tipo retentores, ajustando-se a posição da placa e preenchendo-se previamente os rasgos superiores das placas com selante. Neste caso a função do selante é evitar a penetração de água proveniente da chuva ou da limpeza do revestimento nos furos e ranhuras das placas.

Quando do interrompimento do assentamento, recomenda-se fazer uma proteção com uma manta plástica fixada no suporte com grampos metálicos e fita adesiva. É recomendada essa proteção sempre que a próxima fiada não for ser executada no mesmo dia ou quando houver possibilidade de chuvas. Essa proteção deverá envolver a borda da placa e sua função é evitar a entrada de água nos furos e rasgos das placas, assim como a penetração de água entre o suporte e a camada de acabamento. Quando do uso de camada de isolamento essa proteção tem uma importância bem maior.

Execução das juntas **Entre componentes**

Antes do rejuntamento recomenda-se que sejam retirados do interior das juntas qualquer material que possam prejudicar a aderência do selante ou sua continuidade, favorecendo posteriormente à infiltração de água para o interior do revestimento. Após esse serviço recomenda-se que as juntas sejam devidamente limpas, com pano ou estopa embebido em um solvente do tipo isopropanol. Recomenda-se a aplicação de um primer às faces laterais das juntas de maneira que melhore a aderência do selante. O selante deve ser aplicado antes da secagem completa do primer.

Deve-se tomar cuidado para que o selante e ou primer não manchem as placas de rocha. Para isso recomenda-se a colocação, antes do rejuntamento, de fita crepe faceando as juntas para evitar o contato do selante e ou primer com a superfície das placas. Após a aplicação do selante limpar, as bordas das juntas, cuidadosamente, para a retirada dos excessos do mesmo. A limpeza dos excessos deverá ser feita também com um solvente do tipo isopropanol.

Construtivas ou de movimentação

Após a limpeza o fundo de junta deverá ser colocado sob pressão, de tal forma que fique adequadamente posicionado.

Para o posicionamento adequado do fundo da junta recomenda-se a utilização de um componente com largura suficiente para a penetração na junta e que pressionará o cordão até a profundidade desejada.

Para um melhor acabamento da junta, após a colocação do selante com a bisnaga, o operário

poderá alisar a superfície da junta com o próprio dedo, de preferência com luva de borracha.

Assentamento com argamassa Preparação do suporte

Quando do assentamento das placas de rocha com argamassa a camada de fixação deverá ser aplicada sobre suportes isentos de partículas soltas, até mesmo de resíduos de argamassa, provenientes de outras atividades.

Quanto à textura do suporte, este deverá ser do tipo áspero. Para alvenarias recomenda-se que estas recebam uma camada de chapisco no traço 1:3 (em volume), cimento e areia grossa. Quando o suporte for de concreto recomenda-se o apicoamento da superfície ou aplicação de uma camada de argamassa colante espalhada com desempenadeira de aço dentada.

Ainda como parte da preparação do suporte, utiliza-se uma tela aço galvanizada soldada (# 15x15 cm), fixada ao suporte com chumbadores também em aço galvanizado. A posição dessa tela deverá ser o mais próximo do suporte. A posição dos chumbadores, deverá formar uma malha quadrada, com dimensão de 50 x 50 cm. A tela deverá ficar posicionada entre o parafuso e duas arruelas, de preferência do mesmo material.

Assentamento das placas

Com base nos eixos de referência já marcados sobre as superfícies a serem revestidas, as placas são posicionadas com um afastamento do suporte de aproximadamente 4 cm para o preenchimento com a argamassa fluida. Os arames presos ao dorso das placas devem ser fixados à tela e as placas devem ser calçadas de forma que não saiam de suas posições durante o preenchimento com a argamassa. Uma maneira de fazer com que a placa de rocha fique na posição após o posicionamento é utilizando barras de ferro apoiadas na parte superior da placa e fixadas ao suporte com uma pasta de gesso.

Antes da colocação da argamassa de assentamento, entre a placa de pedra e o suporte, recomenda-se que nas extremidades das fiadas sejam colocados papel e uma pasta de gesso, para evitar a saída da argamassa.

A argamassa de assentamento deverá ser colocada em camadas de aproximadamente 20 cm, a fim de se evitar esforços consideráveis que possam provocar o desprendimento das mesmas. Recomenda-se esperar a pega do cimento da argamassa, para que se execute a camada subsequente até atingir a meia altura da placa. Após atingida essa altura pode-se completar o preenchimento em uma única camada.

Para o assentamento das fiadas seguintes, recomenda-se a colocação de espaçadores (galgas) entre as placas. As galgas têm a função de definir a junta entre as placas, evitando também que a placa posterior apoie-se na anterior. Nos encontros, dos

vértices das placas, fixá-las com o auxílio de uma pasta de gesso e meio tijolo maciço. A colocação da argamassa se dará da mesma forma, que anteriormente descrito, para o assentamento das fiadas seguintes.

A argamassa é então despejada no espaço entre o substrato e a placa de tal forma que não flua para a superfície da placa vindo a provocar manchas. Após a execução de cada camada, deve-se limpar com pano úmido os eventuais respingos de argamassa que ficaram aderidos à superfície das placas.

Execução das juntas

Antes da execução das juntas deve-se retirar a pasta de gesso e os tijolos, que auxiliaram no assentamento das placas, tomando-se cuidados para não prejudicar o lustro da placa.

Quando do uso de nata de cimento para o rejuntamento, após o assentamento das placas, recomenda-se a limpeza das juntas para a remoção do excesso de argamassa retida no seu interior. Quando do uso de selante, o procedimento a ser adotado é o mesmo descrito anteriormente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O assentamento das placas de pedra, pelo processo tradicional, muito utilizado em regiões afastadas, apresenta-se, geralmente, sem um projeto específico e com controle da produção pouco ou nada eficiente. Observa-se, nas obras que adotam tal procedimento, um grande desperdício de materiais e de mão-de-obra, decorrentes, principalmente, da ausência de um projeto construtivo, de controle da produção e do desconhecimento das técnicas de produção desse revestimento.

O processo racionalizado (com fixação metálica), já apresenta um projeto específico, no entanto o controle dos serviços geralmente se apresenta deficiente.

A autora entende que os aspectos científicos e tecnológicos são importantes na evolução desses dois processos (racionalizado e tradicional). Para contribuir na reversão da atual situação dos revestimentos pétreos de fachadas de edifícios de múltiplos pavimentos, torna-se necessário o desenvolvimento tecnológico dos processos construtivos utilizados no país. Acrescendo-se a isso, deve-se também investir em pesquisas, no treinamento da mão-de-obra, no controle dos serviços e finalmente na implantação, em canteiros de obras, dos processos e das técnicas desenvolvidas.

O levantamento e a análise das patologias existentes nos revestimentos pétreos de fachadas de edifícios também são importantes para o desenvolvimento do processo de produção destes revestimentos, vindo a contribuir na retroalimentação da etapa de projeto. Além disso, podem, ainda, auxiliar na escolha das rochas mais adequadas, levando à minimização das patologias, como as eflorescências e o destacamento das placas, que

afetam, não somente a estética do revestimento, mas também a estabilidade do conjunto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Projeto de revestimento de paredes e estruturas com placas de rocha: procedimento* - NBR 13707. São Paulo, ABNT, 1996.
- BRITISH STANDARD INSTITUTION. *Code of practice external rendered finishes* - BS 5262. London, 1976.
- FLAIN, Eleana Patta. *Tecnologia de produção de revestimentos de fachadas de edifícios com placas pétreas*. São Paulo, 1995. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- FLAIN, Eleana P.; CAVANI, Gilberto de R. Revestimentos verticais com placas de rocha. *Téchne*. São Paulo, Pini, v.2, n.10, p. 59-63, 1994.
- FRAZÃO, Ely Borges; CARUSO, Luiz Geraldo. Manutenção em revestimentos de pedra. In : SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL, 10., São Paulo, 1989. *Anais*. São Paulo, EPUSP, 1989. p. 89-99.
- SABBATINI, Fernando Henrique. *Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos : formulação e aplicação de uma metodologia*. São Paulo, 1989. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.