

a revista do engenheiro civil

www.piniweb.com

téchne

apoio
IPT

Edição 106 ano 14 janeiro de 2006 R\$ 21,00

ENTREVISTA

Pesquisadores
comparam
certificação
no Brasil
e na França

CARREIRA

Bruno Contarini

HELIPONTOS

Projeto
e construção

COMO CONSTRUIR

Cobertura com
telhas asfálticas

FORROS

Isolamento
acústico

Fachadas

Veja como fixar revestimentos
de pedras com insertes metálicos

PINI



Fachada do prédio
da Dow Química
em São Paulo

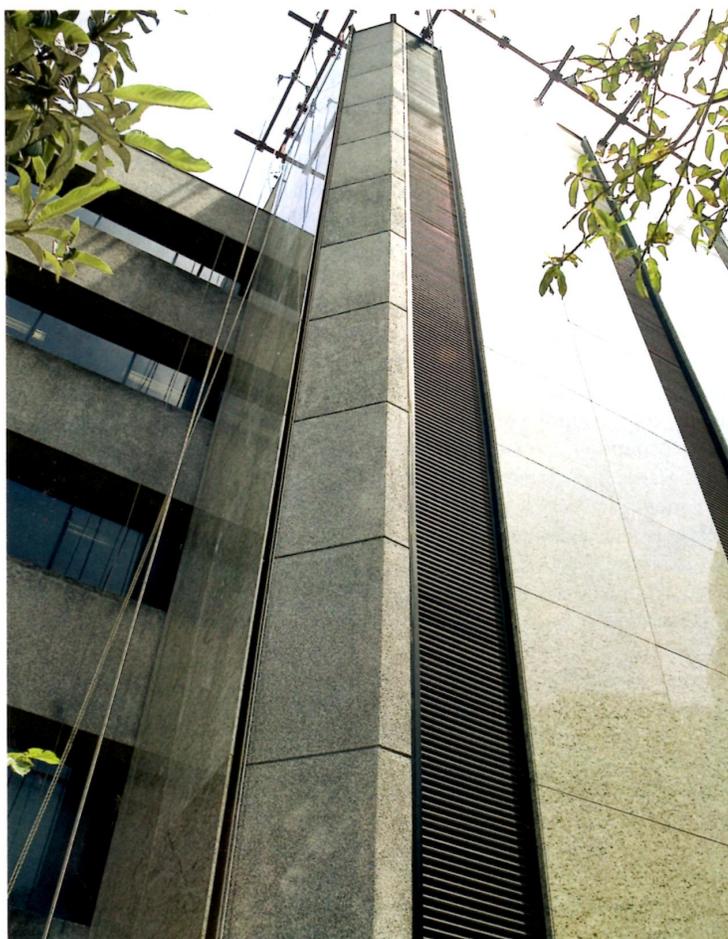
Revestimento de granito com insertes metálicos

Mais seguros e práticos que os sistemas de adesão com argamassa, os insertes metálicos proporcionam maior produtividade e precisão

Um inserte metálico é uma peça que, ancorada na estrutura do edifício, suporta o peso da placa de granito que reveste o prédio. Esclarecido esse primeiro conceito, é necessário salientar que esse tipo de fixação não constitui *a priori* uma fachada ventilada, que exige outros cuidados: espessura do colchão de ar, abertura para entrada e circulação do ar, entre outros. Ainda assim, é possível, como ocorre em países de clima frio, aproveitar esse espaço para se aplicar uma camada de isolamento térmico.

A fixação mecânica deve ser adotada, de acordo com a NBR 13707, sempre que o revestimento for assentado a mais de 15 m de altura. O mercado, no entanto, é mais conservador e adota os insertes a partir de 2 m. Isso porque o sistema torna a execução mais rápida e racionalizada. "Fica a meio caminho da industrialização completa, representada por sistemas unitizados, ainda muito caros", explica o engenheiro Jonas Silvestre Medeiros, diretor técnico da Inovatec Consultores Associados.

Além disso, o sistema não sofre com eflorescências e é dimensionado com base em cálculo estrutural, sendo mais difícil "de o revestimento se soltar". As palavras são do enge-



Fotos: Marcelo Scandaroli

neiro Sérgio Trajano Franco Moreira, professor da Universidade Estadual de Maringá, que aponta como única desvantagem o elevado custo de processo.

Os modelos de inserte mais utilizados no Brasil são os dos pioneiros sistemas americano e alemão, que desembarcaram aqui em 1984, com a construção da sede do Banco Safra, no Largo da Carioca, no Rio de Janeiro. Ambos foram fixados às superfícies laterais ou superiores e inferiores por meio de orifícios nas placas.

A diferença é que o primeiro exige um rasgo, feito com serra circular, para acomodar uma aba, e o segundo apenas um furo, para inserção de um pino. Na prática, por remover menor quantidade de material, o alemão enfraquece menos a rocha e vem sendo adotado, possibilitando, inclusive, o uso de placas menos espessas, a partir de 30 mm. "Existe quem faça com 20 mm, abrindo mão de um coeficiente de segurança", alerta o engenheiro Paulo Flório Giafarov, da DGG Consultoria em Rochas Ornamentais.

Outra possibilidade é o sistema invisível, em que a fixação se dá por meio de um rasgo no verso da placa e o uso de um inserte em ângulo. A aplicação é mais comum em cantos, quando não há outra placa ao lado para dar sustentação. Além dessa, existe a fixação aparente, mais usual na Europa, em que parte do inserte aparece na superfície da rocha. "No Brasil, recorre-se a esse método para reparar fachadas em que o revestimento está descolando", diz Eleana Patta Flain, professora da FAU-Mackenzie.

Em todos os casos, é essencial observar o metal de que é feito o inserte. Pode ser de aço inoxidável austenítico da série 300, aço carbono galvanizado a fogo ou alumínio. A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) especifica o uso do aço tipo ABNT 304 para atmosferas urbanas e industriais isentas de cloretos e do aço ABNT 316 para atmosferas marítimas, urbanas e industriais com presença de cloretos.

Como o aço carbono não pode entrar em contato com a pedra, é imprescindível atentar para o contato



Imprescindível para a fixação dos insertes, a presença de uma parede atrás das placas não repercute automaticamente numa fachada ventilada, que exige dimensionamento para a passagem e renovação do ar

Projeto de revestimento

O projeto de revestimento de fachadas deve ter:

- Vista frontal dos suportes a serem revestidos com a distribuição (paginação) das placas e a posição dos componentes de fixação em escala adequada
- Detalhes construtivos dos encaixes, ranhuras e furos das placas, componentes metálicos, juntas de dilatação e fixações ao suporte, entre outros

Fonte: Eleana Patta Flain

entre metais diferentes a fim de não deixar que se forme uma pilha galvânica. As conseqüências vão desde o manchamento da rocha até a ruptura da peça metálica. Devido ao fato de que o aço carbono exige inspeção frequente da camada anticorrosiva, a tendência é de que o aço inoxidável se difunda cada vez mais.

A norma americana ASTM C 1242:2003 recomenda, visando evitar erros na montagem, que os insertes

- Memorial descritivo com especificações dos materiais e serviços, apresentando a tolerância máxima permitida para desvios de prumo e planeza do revestimento com placas e as exigidas para os suportes. Deverão constar do memorial roteiro e periodicidade para a realização de inspeções, abrangendo o estado dos selantes e os indícios de corrosão dos componentes metálicos

sejam de fácil aplicação, constituídos por poucos componentes e que sejam poucos tipos em uma mesma obra.

Inserte desvendado

Um elemento metálico de fixação tem a função de sustentar o peso próprio das placas ou qualquer outra ação vertical a que estejam sujeitas e de impedir que tombem em decorrência de ações perpendiculares, como o vento. Normalmente acumu- >>

lam as duas funções e conectam uma placa à outra. Embora aumente a produtividade do sistema, essa última característica torna complicada a tarefa de remover uma única placa para manutenção, por exemplo.

São compostos por três partes. As extremas para ancoragem no edifício e ligação com a placa. Entre elas, uma barra, cantoneira ou perfil, geralmente associado a um dispositivo de regulação a fim de permitir o ajuste fino de prumo e alinhamento da fachada. O mais comum é contarem com furos oblongos "para variações de, no máximo, 10 mm", salienta o engenheiro Ercio Thomaz, do Cetac-IPT (Centro Tecnológico do Ambiente Construído do Instituto de Pesquisas Tecnológicas). "Visitei algumas obras em que o alinhamento das fachadas foi feito, erroneamente, com o uso de espaçadores plásticos no parafuso", alerta Jonas Medeiros.

O dimensionamento se dá por meio dos princípios do cálculo estrutural, considerando como solicitações atuantes o peso próprio, o vento e as deformações decorrentes de variação higrótérmica. Por se tratar de um revestimento não aderido, solicitações referentes à deformação lenta do concreto, por exemplo, não exercem influência importante sobre o sistema.

Para cálculo das duas primeiras solicitações deve-se considerar, respectivamente, a massa específica saturada da rocha e a ação do vento "sobretudo as esteiras de sucção que se desenvolvem nos cantos do edifício e nas fachadas de sotavento", salienta Eleana Patta Flain. Os efeitos do vento são obtidos a partir

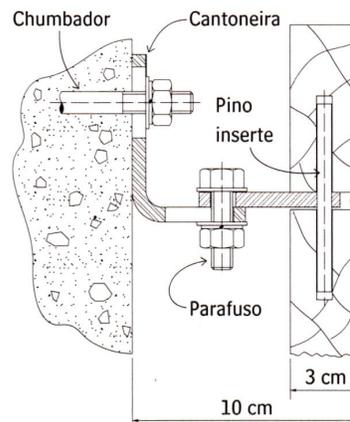
dos preceitos da NBR 6123 – Forças Devidas ao Vento em Edificações. É também a ação do vento que vai determinar a espessura da placa.

A fim de evitar esforços extras no sistema decorrentes do terceiro efeito, é necessário quantificar a deformação e distribuí-la entre o furo da rocha e o pino do inserte e entre as folgas existentes nas juntas entre placas. As mesmas juntas são necessárias para acomodar as variações dimensionais das placas, da montagem e os efeitos de longo tempo causados por fluência. O valor mínimo aceito pela norma alemã DIN 18516 é de 8 mm.

Embora industrializados e, portanto, adquiridos prontos para instalação, é importante o construtor saber que o pré-dimensionamento dos insertes deve se basear na NBR 8800. Esta recomenda uso de chapas com espessura mínima de 3 mm para fabricação dos componentes metálicos. No entanto, esse valor será definido quando o máximo esforço atuante se igualar com a tensão admissível. "Os esforços atuantes podem ser obtidos a partir do diagrama de esforços normais, cortantes e de momento fletor, ou ainda por meio de programas específicos", explica Moreira no artigo "Especificação e Dimensionamento de Placas de Rocha para Revestimento de Fachadas".

A norma brasileira considera, ainda, as dimensões dos furos e as distâncias máxima e mínima em relação à borda da placa. Os parâmetros alemães recomendam que a fixação se dê em, no mínimo, três pontos, embora o mercado adote a fixação em quatro pontos.

Modelo LS de pino simples



O formato do inserte depende, além do efeito estético desejado, do local onde a placa é aplicada. As situações mais comuns, que exigem modelos específicos de inserte, são: fechamento de painéis e pilares, revestimento de vigas, travamento superior de placas e travamento lateral. "Os mais comumente empregados no revestimento de fachadas são os tipos LS (ilustração acima) e LT", observa Moreira.

A verificação do desempenho do inserte pode ser feita a partir de normas americanas e australianas. No entanto, salienta Moreira, "é essencial conhecer o comportamento do sistema como um todo, sendo o ponto mais importante o de contato entre a rocha e o inserte".

Sistema aplicado

O nível de desempenho do sistema relaciona-se com o procedimento executivo adotado. Embora o con-

Recebimento dos materiais

Para não incorrer no risco de utilizar placas fora de especificação ou danificadas, o ideal é adotar um roteiro de procedimentos para recepção dos materiais, antes que sejam aplicados na obra. Os principais itens que devem ser verificados são:

- Altura, largura e espessura das placas, que devem estar de acordo com o projeto
- Quando os furos para fixação dos

insertes forem feitos pelo fornecedor, as dimensões devem ser conferidas

- A tonalidade e a textura das placas têm que seguir padrões, devendo o material ser procedente da mesma pedreira e, sempre que possível, do mesmo lote
- A existência de fissuras, trincas e outras patologias é motivo para rejeição do material

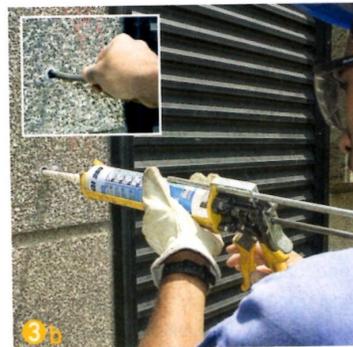
Fonte: Sérgio Trajano Franco Moreira, em "Especificação e dimensionamento de placas de rocha para revestimento de fachadas"



É recomendável restringir a variedade e verificar a compatibilidade entre os metais

Passo-a-passo

- 1** Furo no concreto
Antes de iniciar a montagem, verificar o alinhamento da estrutura com nível e fio de prumo, ou equipamento topográfico.
- 2** Colocação do chumbador
O martelo é usado apenas para que o chumbador entre até o fim do furo não garantindo a ancoragem.
- 3a** Fixação do inserte com chumbador de concreto
Para fixação em concreto, deve-se usar um chumbador de expansão, que ganha em resistência ao arrancamento, conforme é feito o aperto da rosca.
- 3b** Fixação do inserte com chumbador químico
A fixação em alvenaria exige a colocação de uma camisa de náilon no furo. Em seguida, o preenchimento do orifício com resina garante a fixação do parafuso, que deve ser rotacionado durante a inserção para que a resina mantenha perfeito contato com a parede do furo.
- 4** Colocação da placa
Com os insertes já posicionados no local correto, basta encaixar a placa nos furos ou rasgos. O preenchimento dos orifícios com silicone evita o efeito de vibração e a entrada de água e sujeira.
- 5** Ajuste fino
Caso a placa esteja fora do alinhamento ou do prumo do restante da fachada, é possível fazer um ajuste final de até 10 mm por meio das regulagens dos furos oblongos.



Fotos: Marcelo Scandaroli

Execução: GMM Tecnologia em Fixação de Rochas
Obra: Dow Química (São Paulo)



CAPA

junto seja simplificado e bastante industrializado, alguns detalhes são essenciais para garantir que se comporte de maneira esperada durante a vida útil. O projeto executivo do revestimento é elaborado após a conclusão dos ajustes entre os projetos arquitetônico e estrutural.

O apoio da rocha é foco recorrente de patologias. Isso porque "a furação pode desagregar os minerais ou, então, por outras causas, como a existência de minerais com alto índice de microfaturamento e baixa resistência mecânica", comenta Moreira.

Apesar de ser prática recorrente do mercado, a fixação dos insertes na alvenaria não é recomendada. Nesses casos o que se faz é reforçar com graute a região em que o elemento metálico será fixado. A inserção de uma camisa de náilon, a injeção de resina e a colocação da parte fixa do inserte concluem a fixação (veja *passo-a-passo*). A prática é condenada, devido à incerteza de que o desempenho será homogêneo em todos os pontos. "Deveria ser sempre fixado no concreto, pois na alvenaria a resistência não é a mesma nas interfaces", explica Giafarov.

No caso de se fixar no concreto, a ancoragem é feita com o uso de chumbadores expansivos perpendiculares à estrutura. Eleana salienta que é necessário cuidado para que os pontos não "coincidam com furos de travamento das fôrmas ou com eventuais falhas de concretagem, pois pode haver comprometimento da fi-



Fotos: Marcelo Scandaroli

O custo mais elevado do sistema de fixação mecânica em comparação com sistemas aderidos não é decorrente da mão-de-obra, mas do processo como um todo. Ferramentas de içamento auxiliam os operários na colocação das placas nos insertes

xação". Para colocar os parafusos, Eleana recomenda o uso de rosqueadores, com o ajuste e a verificação do aperto sendo feitos com torquímetro.

A colocação das placas nada mais é do que o encaixe dos rasgos ou furos nos suportes. Os orifícios devem estar preenchidos com selante — normalmente silicone — a fim de se evitar a vibração em consequência do vento e a corrosão e expansão higroscópica decorrentes da penetração de água da chuva ou mesmo da limpeza do revestimento.

Entre os dados físicos que podem ser obtidos das placas de granito, a resistência à flexão é o ponto mais determinante para o cálculo estrutural. Mesmo assim, conhecer o comportamento em função do tempo e do ambiente de exposição permite estimar a alteração das placas e especificar adequadamente o uso e o local de instalação. Daí a importância de se realizar a análise petrográfica, bem

como o levantamento dos índices físicos, principalmente a dilatação térmica.

A opção por selar as juntas deve considerar, principalmente, a manutenção ao longo do tempo. Até pouco tempo, os silicones contavam com garantia de apenas cinco anos e demandavam grande quantidade de promotor de adesão, material que capta partículas em suspensão e as libera no caso de chuva, manchando o revestimento. Atualmente, além de exigirem menos promotor de adesão, alguns fabricantes dão garantia de até 20 anos.

De qualquer maneira, a fachada não se tornará totalmente estanque e o problema do manchamento, embora menor, persistirá. A depender do projeto arquitetônico, deixar a junta aberta pode ser uma opção interessante. Assim, a água da chuva escorre por entre as placas. A inevitável infiltração de água exige que o substrato seja impermeabilizado.

A fixação de revestimentos cerâmicos, como os porcelanatos, está em fase inicial no Brasil. Ainda assim, essa metodologia deve ganhar espaço no mercado nos próximos anos, pois a adesão de grandes placas, com até 60 x 120 cm, representa risco de queda. "Há a dificuldade de instalação e a falta de garantia ao longo do tempo", pondera Medeiros.

As primeiras experiências do tipo no País ainda são, na visão de Medeiros, precárias. "Algumas construtoras usam insertes convencionais e furam o porcelanato", conta alertando para o risco de enfraquecimento da placa. <<

Bruno Loturco



Divulgação

É possível optar por cantos chanfrados ou retos. O selamento das juntas não altera o desempenho do sistema, mas pode aumentar a incidência de manchas

Fatores de dimensionamento

Placa

- Peso próprio
- Tamanho
- Espessura

Sistema

- Largura das juntas
- Interação química entre inserte e rocha

Geografia

- Vento
- Local e fator de planicidade
- Ambiente