

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



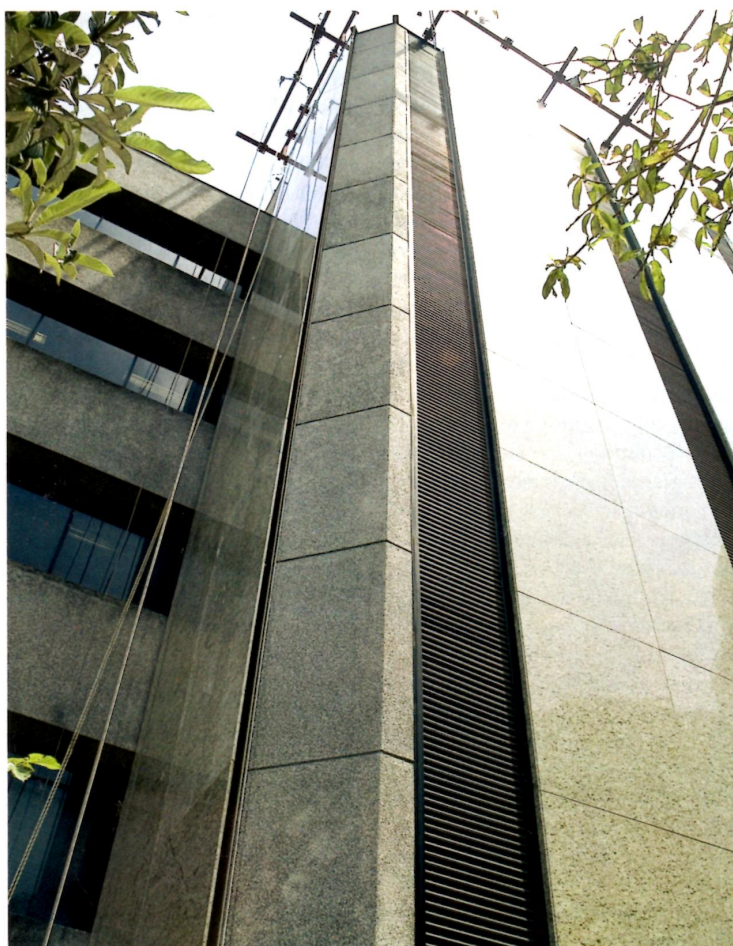
# Revestimento de granito com insertes metálicos

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

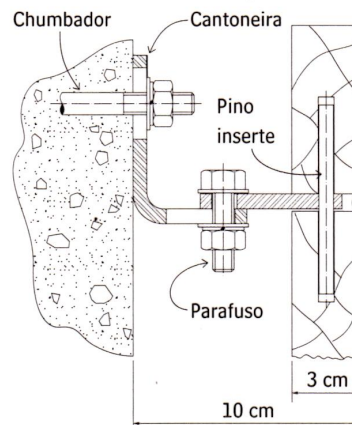
dos preceitos da NBR 6123 – Forças Devidas ao Vento em Edificações. É também a ação do vento que vai determinar a espessura da placa.

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"

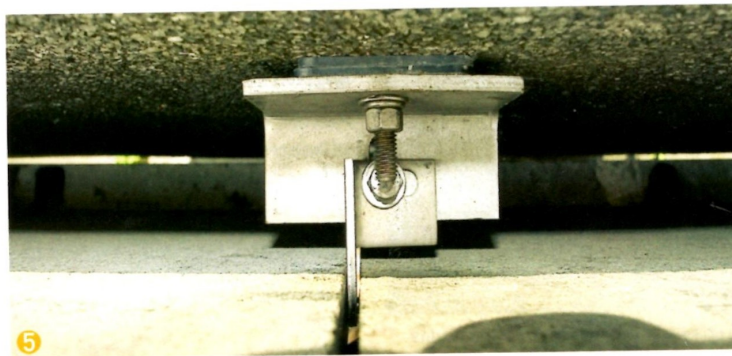
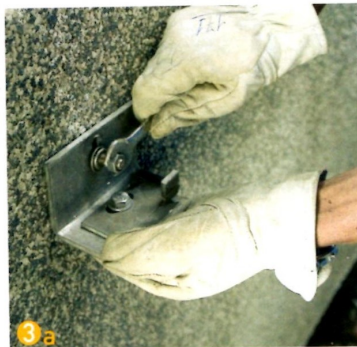


É recomendável restringir a variedade e verificar a compatibilidade entre os metais



## 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