

Coleção Documentos Técnicos
Projeto Academia das Rochas
Série Marmoraria | Documento 16

ORIENTAÇÕES PARA APLICAÇÃO DE ROCHAS EM REVESTIMENTOS

ABI ROCHAS

Associação
Brasileira da
Indústria de
Rochas
Ornamentais



**ACADEMIA
DAS ROCHAS**
Juntos pela qualidade.

DIRETORIA EXECUTIVA DA ABIROCHAS

REINALDO DANTAS SAMPAIO

Presidente

MARCOS REGIS ANDRADE

Vice-Presidente Administrativo Financeiro

JOSÉ BALBINO MAIA DE FIGUEIREDO

Vice-Presidente de Relações Institucionais

JOSÉ GEORGEVAN GOMES DE ARAÚJO

Vice-Presidente de Mercado Interno

MÁRIO IMBROISI

Vice-Presidente de Meio Ambiente

PAULO ROBERTO AMORIM ORCIOLI

Vice-Presidente de Mineração

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO

DOMINGO SÁVIO OTAVIANI - Presidente - ANPO-ES

ARMANDO SEQUEIRA DE SOUSA - Vice-Presidente - SINCOCIMO-RJ

ANTÔNIO FERNANDO DE HOLANDA - SINDRO-PB

CARLOS ALBERTO LOPES ARAÚJO - SIMAGRAN-BA

CARLOS RUBENS ARAÚJO ALENCAR - SIMAGRAN-CE

JOSÉ BALBINO MAIA DE FIGUEIREDO - SINROCHAS-MG

JOSÉ GEORGEVAN GOMES DE ARAÚJO - SIMAGRAN-PR

PAULO ROBERTO AMORIM ORCIOLI - AIMAGRAN-RR

TALES PENA MACHADO - SINDIROCHAS-ES

CONSELHO FISCAL

CARLOS ALBERTO LOPES ARAÚJO - SIMAGRAN-BA

JOSÉ GEORGEVAN GOMES DE ARAÚJO - SIMAGRAN-PR

PAULO ROBERTO AMORIM ORCIOLI - AIMAGRAN-RR



ORIENTAÇÕES PARA APLICAÇÃO DE ROCHAS EM REVESTIMENTOS

Eleno de Paula Rodrigues

Geólogo. Prof. Dr. Pós-Doutor em Rochas Ornamentais.
Lithotec Assessoria e Gerenciamento em Rochas Ornamentais.

Cid Chiodi Filho

Geólogo. Especialista em Rochas Ornamentais e de Revestimento.
Kistemann & Chiodi Assessoria e Projetos.

ABIROCHAS
Brasília, DF
2019

ORIENTAÇÕES PARA APLICAÇÃO DE ROCHAS EM REVESTIMENTOS

Autores

Eleno de Paula Rodrigues

Cid Chiodi Filho

Capa | Projeto Gráfico | Editoração Eletrônica

Pilar Comunicação

Revisão

Cid Chiodi Filho, geólogo

Renata Carneiro, jornalista

Copyright© 2019 by ABIROCHAS - Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais

SRTV Sul - Quadra 701 - Conjunto L - nº 38 - Bloco 2 - Sala 601

Asa Sul - Brasília, DF - CEP 70.340-906

Fone (61) 3033-1478 - E-mail contatos@abirochas.com.br

www.abirochas.com.br

Reservados todos os direitos. É proibida a duplicação ou reprodução deste volume, no todo ou em parte, sob quaisquer formas ou quaisquer meios (eletrônico, mecânico, gravação, fotocópia, distribuição na Web ou outros), sem permissão expressa da ABIROCHAS.



O69

Orientações para aplicação de rochas em revestimentos / Eleno de Paula Rodrigues, Cid Chiodi Filho. - Brasília: ABIROCHAS, 2019.

60 p.: il. color. - (Marmoraria ; v. 16)

ISBN 978-85-45530-04-6

Produzido pela Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais.

1. Rochas Ornamentais. 2. Revestimentos. 3. Construção Civil. 4. Minerais Industriais.
I. Rodrigues, Eleno de Paula. II. Chiodi Filho, Cid. III. ABIROCHAS. IV. Título.

CDD: 720.28

APRESENTAÇÃO

Através do Projeto Academia das Rochas, a ABIROCHAS está formulando instrumentos que favoreçam a agregação tecnológica, os processos de inovação e design, a capacitação operacional e gerencial, o fortalecimento associativo, o acesso a mercados e outros focados na atividade de marmoraria, fortalecendo o papel do marmorista junto a especificadores e consumidores finais de todo o país.

A qualificação da marmoraria é considerada importante e extremamente oportuna, cumprindo uma dupla finalidade: a capacitação para atendimento das novas formas de relacionamento exigidas pela indústria da construção civil dos seus fornecedores, no mercado interno; e a adequação para a denominada “terceira onda exportadora” do setor de rochas, centrada no fornecimento de produtos acabados e serviços para atendimento de obras no mercado externo.

No mercado interno, as marmorarias precisarão atuar como fornecedoras de soluções integradas de revestimento para as edificações, e não mais como simples fornecedoras de insumos. No mercado externo, a terceira onda exportadora é a principal forma atualmente vislumbrada para um salto quantitativo e qualitativo das exportações, acrescentando-se produtos acabados de maior valor agregado à comercialização.

A série de documentos técnicos dedicados às marmorarias tem por finalidade divulgar as melhores práticas do processo produtivo e da prestação de serviços ao consumidor, desde o recebimento da matéria-prima até a entrega do produto final. Também estão contempladas dicas de organização, estratégias de venda, custos e formação de preços, informações técnicas sobre aplicação, patologias dos revestimentos, novas tecnologias, de modo a auxiliar o marmorista quanto às demandas de especificadores e clientes.

Esperamos que este documento seja útil e que o projeto Academia das Rochas contribua efetivamente para a modernização e prosperidade das marmorarias brasileiras.

Brasília, 29 de julho de 2019

Reinaldo Dantas Sampaio
Presidente

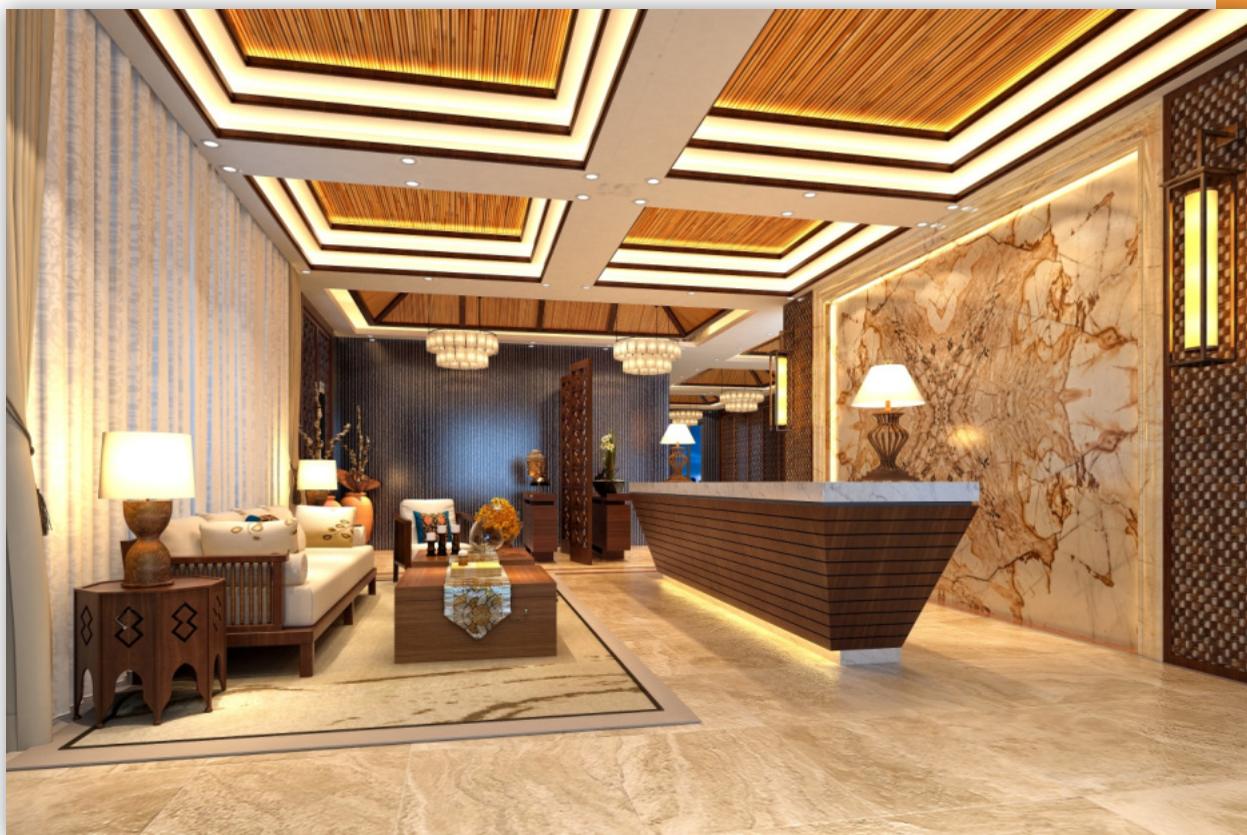
José Georgevan Gomes de Araújo
Vice-Presidente de Mercado Interno

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| INTRODUÇÃO | 7 |
| REVESTIMENTOS HORIZONTAIS | 8 |
| ⇨ PISOS CONVENCIONAIS | 8 |
| ▶ Argamassas de assentamento..... | 8 |
| ▶ Argamassas de rejuntamento | 21 |
| ⇨ PISOS ELEVADOS | 26 |
| REVESTIMENTOS VERTICAIS..... | 31 |
| ⇨ PAREDES CONVENCIONAIS..... | 31 |
| ▶ Argamassas de assentamento..... | 33 |
| ▶ Argamassas de rejuntamento | 37 |
| ⇨ FACHADAS VENTILADAS / AERADAS..... | 39 |
| ▶ Fixação..... | 40 |
| ▶ Características e dimensionamento das placas rochosas | 44 |
| ▶ Juntas..... | 46 |
| ▶ Ensaio em chumbadores e em protótipo | 48 |
| APLICAÇÃO DE SELANTES E IMPERMEABILIZANTES | 53 |
| TRANSPORTE E ESTOCAGEM DAS PEÇAS NA OBRA | 56 |
| PROTEÇÃO DOS REVESTIMENTOS DURANTE A FASE DE OBRA | 57 |
| LIMPEZA E MANUTENÇÃO DE REVESTIMENTOS | 58 |
| CONCLUSÕES | 59 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 60 |

INTRODUÇÃO

O objetivo do presente documento técnico é orientar os profissionais responsáveis pela aplicação de rochas de revestimento nas edificações, garantindo a qualidade dos seus serviços e prevenindo a ocorrência de problemas após o assentamento. O ordenamento dos assuntos aqui abordados levou em conta os principais ambientes de aplicação, incluindo pisos convencionais, pisos elevados, paredes convencionais e fachadas ventiladas. Para cada ambiente foram acrescentadas particularidades, como: interno/externo; seco/molhado; submetidos a baixo/médio/alto tráfego de pedestres; com ou sem umidade ascendente; etc. O produto final constitui uma fonte de consulta permanente, onde os usuários poderão encontrar o passo a passo de cada trabalho de aplicação de rochas para a grande maioria dos casos que requerem mão de obra especializada.



REVESTIMENTOS HORIZONTAIS

PISOS CONVENCIONAIS

Os revestimentos horizontais convencionais (não elevados) podem ser assentados sobre um contrapiso de argamassa ou sobre uma base de concreto. A argamassa de contrapiso deve ser sarrafeada ou desempenada e estar curada há, no mínimo, 14 dias. A base de concreto poderá ter superfície rústica ou lisa e deverá estar curada há pelo menos 28 dias.

Sobre esses contrapisos ou bases são aplicadas as argamassas de assentamento e rejuntamento do piso. A superfície da base ou contrapiso deve estar firme, seca, curada e limpa, sem pó, poeira, gordura/oleosidade e outros resíduos que impeçam a aderência da argamassa de assentamento.

► Argamassas de assentamento

Para o assentamento de pisos com placas/ladrilhos de rochas são aplicáveis as argamassas cimentícia, convencional semisseca, colante ou adesiva. A principal diferença entre elas reside na força de aderência sob cura normal (condições ambientais), cura submersa em água (ambientes molhados) e cura em estufa a 70°C (ambientes sujeitos a elevadas temperaturas). A aderência é crescente da argamassa cimentícia convencional para as argamassas colante e adesiva.

● Argamassa cimentícia convencional semisseca (tipo “farofa”)

A argamassa cimentícia convencional semisseca (tipo “farofa”), como o próprio nome sugere, deve ter consistência de farofa, isto é, não pode ser

seca e tampouco excessivamente úmida. O traço sugerido para este trabalho é 1:4 (cimento:areia), em volume.

No canteiro de obra, para confecção e preparo da argamassa, devem-se considerar os seguintes cuidados:

- a) usar areia média lavada (peneirada, isenta de impurezas argilosas, orgânicas ou ferruginosas);
- b) a água deve ser isenta de impurezas e quimicamente neutra. Não deverá ser transportada ou armazenada em latas ou recipientes metálicos que possam liberar resíduos oxidáveis, os quais provocam manchamento na rocha;
- c) o cimento deverá ser de procedência e notoriedade reconhecidas, preferencialmente do tipo CPII-E-32. Para rochas claras recomenda-se utilizar cimento branco;
- d) evitar a adição de cal na argamassa, pois apesar de proporcionar maior trabalhabilidade, pode provocar o surgimento de eflorescência na superfície do piso.

A argamassa semisseca deve ser aplicada após alguns passos importantes, descritos a seguir:

- a) determinar os níveis de referência que serão utilizados como guias ao longo do assentamento;
- b) aplicar caldeamento sobre a base (varrer com vassoura de piaçava uma argamassa 1:2 - cimento:areia, adicionada a produto melhorador de aderência, que funcionará como ponte de aderência);
- c) pré-compactar a argamassa;

- d) desempenar a argamassa;
- e) polvilhar pó de cimento sobre a argamassa pré-compactada;
- f) aspergir água sobre o pó de cimento polvilhado;
- g) posicionar as peças de rocha preferencialmente com o uso de ventosas, evitando-se afundamento da argamassa, pelo apoio inicial de um dos cantos da placa, e possíveis quebras posteriores desse canto. Utilizar espaçadores produzidos com chapas de plástico ou poliestireno para garantir a homogeneidade das juntas;
- h) assentar a peça de rocha ornamental, com auxílio de martelo de borracha.

Observações:

1) Antes do início dos trabalhos, para prevenir possíveis manchamentos provocados por infiltrações de impurezas (oriundas da argamassa de assentamento ou de líquidos impuros ascendentes), recomenda-se aplicar duas demãos (em sentidos cruzados) de produto impermeabilizante preferencialmente branco, semiflexível, no tardo das peças rochosas. O intervalo entre as demãos deverá ser de, no mínimo, 6 horas.

2) Alternativamente aos passos descritos em (e) e (f) pode-se optar por aplicar, com trincha ou espátula, uma camada com alguns milímetros de espessura de calda de cimento branco misturada com produto melhorador de aderência (por exemplo: BIANCO, fabricado pela OTTO BAUMGART) no tardo da peça rochosa.

Passo a passo dos procedimentos recomendados para a aplicação de rochas em pisos com argamassa convencional semisseca (tipo “farofa”) (Fotos 1 a 18)

Foto 1

Aplicação de impermeabilizante branco, semiflexível, no tardo das peças rochosas. Medida preventiva contra o surgimento de manchamentos provocados por infiltrações de impurezas (oriundas da argamassa de assentamento ou de líquidos impuros ascendentes).



Foto 2

Detalhe do tardoz perfeitamente impermeabilizado de ladrilho rochoso. Impermeabilizante branco e semiflexível.



Foto 3

Peneiramento da areia para execução de argamassa “tipo farofa”.





Foto 4

Recipiente plástico onde está sendo preparada a argamassa tipo “farofa”.



Foto 5

Exemplo de “farofa” com excesso de umidade. Notar que a argamassa gruda nos dedos após ser comprimida. Reprovada.



Foto 6

Outro exemplo de porção de “farofa” após ser comprimida pela mão. Notar que a argamassa não gruda nos dedos e conserva a marca dos dedos na sua superfície. Neste caso a “farofa” apresenta quantidade adequada de água. Aprovada.

Foto 7

Aplicação de caldeamento sobre a base. Fricção (com vassoura) de calda composta por cimento cinza + líquido melhorador de aderência sobre a base a ser revestida com rocha.



Foto 8

Disposição da argamassa “farofa” sobre a base, após aplicação da calda referida na foto anterior.



Foto 9

Polvilhamento de pó de cimento sobre a argamassa pré-compactada.





Foto 10

Aplicação de água em pequena quantidade sobre a “farofa” (o suficiente para umedecer o pó de cimento polvilhado).



Foto 11

Aplicação incorreta de água sobre o cimento polvilhado. Notar que o excesso de água praticamente transforma a “farofa” em argamassa pastosa, modificando suas propriedades.



Foto 12

Procedimento alternativo ao mostrado nas fotos 9 e 10. Aplicação, no tardo de ladrilho a ser assentado, de camada de calda de cimento misturada com produto melhorador de aderência.

Foto 13

Idem. Aplicação concluída.



Foto 14

Posicionamento do ladrilho rochoso sobre camada de “farofa”.



Foto 15

Assentamento do ladrilho com martelo de borracha.





Foto 16

Nivelamento das peças assentadas utilizando régua de alumínio.



Foto 17

Avaliação da área assentada, preparando-a para o rejuntamento.

Foto 18

Detalhe de espaçadores de poliestireno, utilizados para homogeneização das juntas.



● Argamassa colante

Para o uso de argamassa colante deve-se, inicialmente, avaliar se a superfície da base ou contrapiso não apresenta desvios de prumo e de planeza. Se ocorrerem desnivelamentos, deve-se executar camada de argamassa niveladora, a qual deverá ser composta por cimento e areia no traço 1:3 ou 1:4, em volume. A areia deverá exibir granulação média, ser lavada e peneirada, e estar isenta de impurezas como restos vegetais, pelotas de argila, materiais ferruginosos, seixos e cascalhos. O cimento deverá ser do tipo CP II-E-32, de qualidade e procedência conhecidas. Se necessário, aditivar a argamassa niveladora com produto melhorador de aderência. Aguardar a cura da argamassa por, no mínimo, 14 dias.

O assentamento dos ladrilhos rochosos com argamassa colante deverá obedecer aos seguintes procedimentos:

- a) se a base a ser revestida com as rochas (contrapiso) estiver desnivelada, executar camada de argamassa niveladora, para possibilitar que o posterior assentamento seja realizado com argamassa colante (prevendo-se uma espessura de argamassa colante em torno de 0,5 cm). Sobre a base deve-se friccionar (com vassoura) uma calda composta por cimento cinza + líquido melhorador de aderência;

- b) aplicar a argamassa colante, tanto no contrapiso ou base, como no tardo do ladrilho (processo de dupla camada), realizando cordões com desempenadeira denteada de 8 mm x 8 mm. Tal procedimento é fundamental para que ocorra total aplicação de argamassa sob as peças, sem vazios. Os cordões do tardo devem ser perpendiculares aos do contrapiso ou base;
- c) posicionar as placas ligeiramente deslocadas de sua posição final e arrastá-las para romper os filetes (cordões) de argamassa colante;
- d) assentar os ladrilhos, pressionando-os e batendo com martelo de borracha até a obtenção da espessura desejada de argamassa. Proceder à limpeza das faces com esponja levemente umedecida e pano seco (não lavar e nem molhar);
- e) verificar a aderência da argamassa aos ladrilhos. Devem ser removidas aleatoriamente algumas peças logo após o seu assentamento. O tardo deverá estar totalmente impregnado de argamassa colante;
- f) usar espaçadores de plástico ou poliestireno para garantir homogeneidade das juntas, cujo espaçamento é definido em função da dimensão dos ladrilhos.

Observações:

Antes do início dos trabalhos, para prevenir possíveis manchamentos provocados por infiltrações de impurezas (oriundas da argamassa de assentamento ou de líquidos impuros ascendentes), recomenda-se aplicar duas demãos (em sentidos cruzados) de produto impermeabilizante preferencialmente branco, semiflexível no tardo das peças rochosas. O intervalo entre as demãos deverá ser de, no mínimo, 6 horas.

Passo a passo dos procedimentos recomendados para a aplicação de rochas em pisos com argamassa colante (fotos 19 a 25)

Foto 19

Aplicação de camada de argamassa niveladora. A base (contrapiso) é friccionada com calda composta por cimento cinza + líquido melhorador de aderência, utilizando-se uma vassoura.



Foto 20

Detalhe da camada de argamassa niveladora.



Foto 21

Aplicação de argamassa colante, tanto na base como no tardo do ladrilho (processo de dupla camada), realizando cordões com desempenadeira denteada. Os cordões da base devem ser perpendiculares aos do tardo de peça.





Foto 22

Verificação da aderência da argamassa colante ao ladrilho. Logo após o assentamento, são removidas aleatoriamente algumas peças. O tardoz deverá estar totalmente impregnado de argamassa colante, como ocorre na foto.



Foto 23

Vista de outra peça submetida à verificação da aderência da argamassa colante ao tardoz do ladrilho. Notar que, neste caso, existem “vazios” entre o tardoz do ladrilho e a argamassa. Procedimento reprovado.



Foto 24

Exemplo de caso onde o assentamento foi realizado pelo “método das bolotas”. As peças de rochas descolaram-se espontaneamente após alguns meses. Procedimento reprovado.

Foto 25

Nivelamento das peças assentadas utilizando régua de alumínio. Notar utilização de espaçadores de poliestireno, utilizados para homogeneização das juntas.



● Argamassa adesiva

A utilização de argamassa adesiva (supercola), via de regra composta por cimentos de alta resistência, copolímeros orgânicos e cargas minerais, é mais apropriadamente indicada para assentamentos de rochas onde se requeiram elevadas resistências e rapidez na execução. Essa rapidez na execução poderá ser ilustrada ao se compararem, por exemplo, os tempos requeridos para o rejuntamento e para a liberação do piso ao tráfego, após o assentamento: 72 horas nas argamassas cimentícias convencionais ou colantes, contra 6 horas na argamassa adesiva.

Os procedimentos para o assentamento de ladrilhos rochosos com argamassa adesiva são semelhantes aos grafados para a argamassa colante. As principais diferenças residem no fato de a argamassa adesiva possibilitar o assentamento em camadas mais grossas (até 30 mm, contra 4 mm - 8 mm da argamassa colante) e requerer cuidados especiais durante o espalhamento com a desempenadeira denteada, para que não forme uma película superficial sobre o adesivo (nesse caso, recomenda-se aplicar nova camada do produto sobre a camada com a película).

► Argamassas de rejuntamento

Após a secagem das rochas e cura das argamassas de assentamento (mínimo de 72 horas para argamassas cimentícias convencionais ou

colantes, e de 6 horas para argamassas adesivas), deve-se proceder ao rejuntamento dos ladrilhos do piso. Para esse rejuntamento podem-se utilizar três tipos de produtos: rejuntamento cimentício industrializado, rejuntamento convencional (à base de calda de cimento e Pó Xadrez[®]) ou rejuntamento de base acrílica ou epóxi.

● Rejuntamentos cimentícios industrializados

Os rejuntamentos cimentícios industrializados são geralmente compostos por cimento Portland, agregados minerais, pigmentos e aditivos. Deve-se preferir os produtos aditivados com fungicidas, algicidas e impermeabilizantes. A mistura do rejuntamento com água deve possuir consistência pastosa e firme, sem grumos secos.

A aplicação da mistura deve ser feita em pequenas superfícies para se proceder à limpeza progressivamente. Recomenda-se utilizar desempenadeira de borracha, estendendo e pressionando o produto para dentro das juntas (Foto 26). Após 15 a 40 minutos do rejuntamento, proceder à limpeza, utilizando esponja macia, úmida e limpa (Foto 27).

Para revestimentos de rochas com acabamento de superfície rústico (flameado, apicoado, jateado, escovado, etc.), onde podem ocorrer impregnações de rejuntas, recomenda-se aplicar fitas adesivas nas adjacências das juntas, antes de aplicar o rejuntamento (Foto 28).



Foto 26

Rejuntamento de peças de granito assentadas em piso, utilizando rejuntamento cimentício industrializado. Notar aplicação em pequena superfície, utilizando desempenadeira flexível, estendendo e pressionando o produto para dentro das juntas.

Foto 27

Procedimento de limpeza, realizado após 15 a 49 minutos do rejuntamento, utilizando esponja macia, úmida e limpa.



Foto 28

Vista de fitas adesivas aplicadas nas adjacências das juntas entre peças de granito com acabamento de superfície rústico, para evitar impregnações de rejuntas sobre a rocha.



● Rejuntamento convencional à base de calda de cimento e Pó Xadrez®. Rejuntamento industrializado fluido

Recomenda-se que o emprego de rejuntamento convencional, à base de calda de cimento e Pó Xadrez® (produto fabricado pela LanXess), quando adotado, fique restrito a pisos internos sujeitos à molhagem eventual, desde que respeitada a proporção de 20 partes de cimento branco (em volume) para 1 parte de pigmento Pó Xadrez (ou seja, 750 g de pigmento para 20 kg de cimento).

Para os rejuntamentos industrializados de consistência fluida, os procedimentos de aplicação são os mesmos recomendados para os rejuntamen-

tos à base de calda de cimento. Em relação aos rejuntamentos industrializados convencionais, as principais diferenças consistem na forma de distribuição (despejando-se sobre o piso utilizando baldes) e na forma de aplicação (utiliza-se rodo ou desempenadeira com base flexível) (Foto 29).

Além disso, tanto para os rejuntamentos à base de calda de cimento, como para os industrializados fluidos, deve-se polvilhar (pó de cimento ou pó do produto industrializado) sobre as juntas recém-preenchidas, ainda com o rejunte no estado fluido (Foto 30). Após a secagem e cura, a área rejuntada deverá ser limpa com a utilização de equipamento elétrico com disco de baixa abrasividade, que também promoverá uma superfície acabada e lisa ao rejuntamento (Foto 31).



Foto 29

Disposição de rejuntamento fluido sobre piso em granito e aplicação com o auxílio de rodo.



Foto 30

Polvilhamento de pó de cimento ou pó de produto industrializado sobre as juntas recém-preenchidas, ainda com o rejunte no estado fluido.

Foto 31

Procedimento de limpeza do piso em granito utilizando equipamento elétrico com disco de baixa abrasividade, que também promoverá uma superfície acabada e lisa ao rejuntamento.



● Rejuntamentos de base acrílica ou epóxi

Os rejuntamentos de base acrílica ou epóxi são adequados para ambientes onde se requer alta impermeabilidade nas juntas. Em áreas externas, sujeitas à insolação, não são recomendados os rejuntamentos epóxi, devendo-se, nestes locais, preferir os de base acrílica.

São aplicados utilizando-se uma espátula plástica, pouco flexível, que pressiona o produto para que penetre em todo o espaço das juntas (Foto 32). Deve-se passar a espátula plástica, no sentido contrário, para remover o excesso de rejuntamento. Melhor acabamento poderá ser obtido passando-se suavemente uma esponja limpa e umedecida com água. As etapas de retirada de excesso e realização do acabamento não devem ultrapassar 30 minutos após a aplicação do rejuntamento.

Foto 32

Rejuntamento de peças de granito assentadas em piso, utilizando rejuntamento de base epóxi bicomponente. Notar aplicação em pequena superfície, utilizando espátula plástica, estendendo e pressionando o produto para dentro das juntas.



A importância dos pisos elevados é crescente nas obras civis, sobretudo porque ficam a alguns centímetros ou decímetros da base e possibilitam que esse espaço seja aproveitado para a passagem de fios elétricos e telefônicos, cabos de dados e voz, drenagem de água e outros utilitários. Possibilitam também a rápida mudança de *layout* dos ambientes, por serem facilmente desmontados e reinstalados em outros locais; prática usual na maioria das edificações corporativas nos dias de hoje.

Os dois sistemas de pisos elevados com rochas, mais comumente utilizados no Brasil, são os apoiados apenas sobre quatro suportes telescópicos e os aplicados sobre painel plástico sustentado por nove suportes telescópicos.

No primeiro, a placa rochosa é apoiada pelos quatro cantos em suportes telescópicos (Foto 33), geralmente confeccionados com plástico injetado de alta resistência. Neste sistema, a resistência à flexão e a espessura da placa rochosa são determinantes para a segurança.

As espessuras utilizadas para as placas rochosas são geralmente de 2 ou 3 cm. Considerando que placas rochosas podem se quebrar durante o tráfego de pessoas sobre o piso elevado, é recomendável que sejam reforçadas, aderindo-se ao seu tardo, utilizando resina epóxi, uma tela de alta resistência (confeccionada, por exemplo, com fibra de vidro), como mostrado na Foto 34.

Tal tela, além de aumentar a resistência à flexão da rocha, constituirá um fator adicional de segurança, uma vez que, mesmo ocorrendo ruptura da rocha, a tela não rasgará e manterá colados a ela os pedaços de rocha produzidos, prevenindo acidentes e ferimentos.

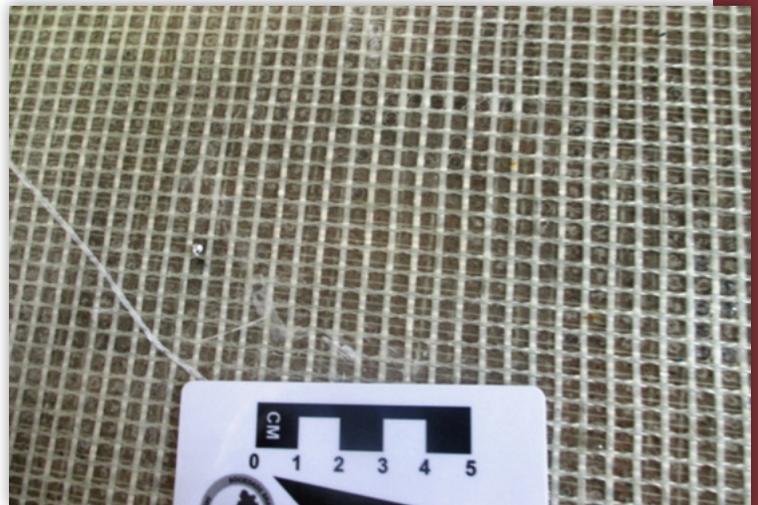
Foto 33

Detalhe de piso elevado, onde a placa rochosa é apoiada pelos quatro cantos em suportes telescópicos.



Foto 34

Vista do tardo de peça rochosa reforçada com tela de fibra de vidro.



No segundo sistema de pisos, a placa rochosa é colada sobre uma base, ou painel, confeccionada com plástico polipropileno injetado de alta resistência. Essa base tem cerca de 3 cm de espessura e é reforçada com o mesmo material no tardo, tornando-se extremamente resistente a esforços compressivos e fletores, e a impactos (Fotos 35 e 36).

Sob o painel são aplicados nove suportes telescópicos (um central, quatro nos cantos e quatro nas laterais), também de polipropileno. Com isso, neste sistema a placa rochosa exerce função predominantemente decorativa e pode ser utilizada com espessuras bem menores do que as referidas no método anterior, chegando a menos de 1 cm em alguns casos.



Foto 35

Vista de outro sistema de piso elevado onde a placa rochosa é colada sobre uma base confeccionada com plástico polipropileno injetado de alta resistência e apoiada sobre nove suportes telescópicos.



Foto 36

Detalhe do piso elevado mostrado na foto anterior. Notar que a placa rochosa é colada sobre uma base de plástico polipropileno injetado, com cerca de 3 cm de espessura.

As informações registradas neste documento para pisos elevados, referem-se tanto aos parâmetros tecnológicos sugeridos para especificação das rochas que os constituem, como aos ensaios de caracterização

tecnológica do sistema de piso elevado completo, visando definir sua adequação ao uso.

Considerando que ainda não existem normas nacionais específicas para a avaliação de desempenho e para a realização de ensaios em pisos elevados confeccionados com rochas, foi utilizada a Norma ABNT NBR 11802, adotando-se as orientações e limites apresentados para pisos elevados confeccionados com placas de aço. Assim, destacam-se as seguintes condições exigíveis para a utilização desses pisos:

- ✓ Dimensões: 600 x 600 mm ou 625 x 625 mm, ambas com tolerância de $\pm 0,5$ mm.
- ✓ Carga mínima concentrada (no centro e na borda lateral da placa rochosa), conforme Norma ABNT NBR 12048: 4400 N, com flecha de até 3,6 mm e coeficiente de segurança de 3 (Fotos 37 e 38).
- ✓ Carga mínima uniformemente distribuída (Norma ABNT NBR 12049): 12 KPa, com flecha de até 1,8 mm e coeficiente de segurança de 3 (Foto 39).
- ✓ Resistência ao impacto de corpo duro (Norma ABNT NBR 12050): 100 N a uma altura de 0,9 mm (Foto 40).
- ✓ Resistência à carga axial concentrada do suporte telescópico: 18000 N.

Foto 37

Ensaio de determinação da resistência à carga concentrada em piso elevado, onde a placa rochosa é apoiada pelos quatro cantos em suportes telescópicos.



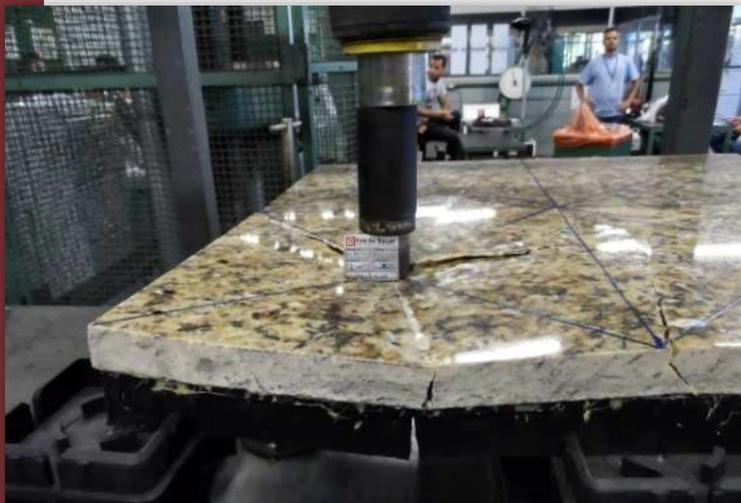


Foto 38

Ensaio de determinação da resistência à carga concentrada em piso elevado, onde a placa rochosa é colada sobre uma base confeccionada com plástico polipropileno e apoiada sobre nove suportes telescópicos.



Foto 39

Ensaio de determinação da resistência à carga distribuída em piso elevado, onde a placa rochosa é apoiada pelos quatro cantos em suportes telescópicos.



Foto 40

Ensaio de determinação da resistência ao impacto de corpo duro em piso elevado, onde a placa rochosa é apoiada pelos quatro cantos em suportes telescópicos.

REVESTIMENTOS VERTICAIS

PAREDES CONVENCIONAIS

Os revestimentos verticais convencionais (não-aerados) podem ser assentados sobre três tipos de base: emboço de argamassa, alvenaria ou concreto. O emboço deve estar curado há, no mínimo, 14 dias. As alvenarias, que podem ser de blocos vazados de concreto, blocos sílico-calcários ou de concreto celular, também devem estar curadas há pelo menos 14 dias. As bases de concreto devem ter superfície preferencialmente rústica, curada há pelo menos 28 dias.

Sobre esses diferentes tipos de base, são aplicadas as argamassas de assentamento e rejuntamento. A superfície das bases deve estar firme, seca, curada e limpa, sem pó, poeira, gordura/oleosidade e outros resíduos que impeçam a aderência das argamassas de assentamento.

Boa parte das recomendações a seguir apresentadas, para as argamassas de fixação e rejuntamento dos revestimentos verticais, é comum a dos revestimentos horizontais.

Com relação à técnica de fixação vertical a ser adotada em função da altura do revestimento rochoso, são apresentadas as seguintes recomendações:

- (1) Para revestimentos posicionados até 3 m de altura, as placas rochosas poderão ser fixadas apenas com argamassa colante (do tipo AC II ou AC III).
- (2) Para revestimentos posicionados entre 3 m e 15 m de altura, recomenda-se reforço com o uso de grapas (de arame inoxidável).

Os arames deverão ser alinhados formando uma semicircunferência e fixados no tardo de das peças pelas extremidades dos arames, que serão inseridos em ranhuras feitas na rocha e colados com resina poliéster ou epóxi (Foto 41). Recomenda-se o uso de argamassa colante do tipo AC III ou AC III E, aplicação pelo método da dupla camada e inserção das grapas no interior da argamassa.

- (3) Para revestimentos posicionados acima de 15 m, recomenda-se a fixação por insertos metálicos (conforme Norma ABNT NBR 15846) - Foto 44.



Foto 41

Exemplo de peça de granito com grapas (de arame inoxidável) fixadas no tardo. Esse procedimento é recomendado para revestimentos verticais posicionados entre 3 m e 15 m de altura.



Foto 42

Exemplo de peça de mármore fixada em fachada, com insertos metálicos. Esse procedimento é recomendado para revestimentos posicionados acima de 15 m de altura.

► Argamassas de assentamento

Para o assentamento de peças rochosas em revestimentos verticais não-ventilados, são aplicáveis as argamassas: cimentícia convencional pastosa; colante; ou adesiva. A principal diferença entre elas reside na resistência de aderência sob cura normal (condições ambientais), cura submersa em água (ambientes molhados) e cura em estufa a 70°C (ambientes sujeitos a elevadas temperaturas). Tais resistências são crescentes a partir da argamassa cimentícia convencional para a argamassa colante e a adesiva.

Outros dispositivos de fixação mecânica auxiliar podem ser compostos por peças de aço inox, constituídas de aletas, que são encaixadas em cortes laterais na placa e parafusadas no emboço, utilizando-se também parafusos de aço inox (para evitar formação de par galvânico e oxidação), se usados produtos metálicos diferentes.

Testes de aderência, com diferentes tipos de rocha e argamassa, podem ser efetuados a partir da montagem de painéis verticais, nos quais se simula condição ambiental de aplicação.

● Argamassa cimentícia convencional pastosa

As argamassas cimentícias convencionais para revestimentos verticais são pastosas e constituídas por cimento e areia, com traço 1:3 em volume. Opcionalmente, pode-se acrescentar aditivos melhoradores de aderência.

As argamassas exercem tanto a função de regularização da base, como a de fixação das placas rochosas. A consistência da argamassa deve ser compatível com o processo de lançamento, de modo que todo o espaço (1 cm a 3 cm) entre a base e a placa rochosa seja preenchido. Deve-se utilizar a mínima quantidade de água a fim de assegurar máxima resistência de aderência e mínima retração.

Para alturas superiores a 3 m, à argamassa cimentícia pastosa deverão ser acrescentados grampos metálicos. Nestes casos, recomenda-se que as placas rochosas sejam providas de ranhuras no tardo. Podem ser assim chumbados arames de aço galvanizado ou inoxidável, utilizando-se massa plástica, ou colas à base de resinas de poliéster ou epoxídicas. Esses arames são enganchados a uma tela de aço galvanizado ou inoxidável, fixada com chumbadores de expansão na base dos revestimentos, os quais deverão ser posicionados de forma a constituir uma malha quadrada, com aproximadamente 50 cm x 50 cm.

Nos revestimentos de paredes internas, nas quais não seja utilizada a tela de aço (altura inferior a 3 m), deve-se preparar a superfície da base e o tardo das placas rochosas, através de apicoamentos, chapiscos, etc., visando melhorar a aderência da argamassa.

● **Argamassa colante**

Para o uso de argamassa colante deve-se, inicialmente, avaliar se a superfície da base não apresenta desvios de prumo e planeza. Se ocorrerem desnivelamentos, deve-se executar camada de argamassa niveladora, a qual deverá ser composta por cimento e areia no traço 1:3 ou 1:4, em volume.

A areia deverá exibir granulação média, ser lavada e peneirada, e estar isenta de impurezas como restos vegetais, pelotas de argila, materiais feruginosos, seixos e cascalhos. O cimento deverá ser do tipo CP II-E-32, de qualidade e procedência conhecidas. Se necessário, aditivar a argamassa niveladora com produto melhorador de aderência. Aguardar a cura da argamassa por, no mínimo, 14 dias.

Devido às dimensões (normalmente superiores as dos revestimentos cerâmicos convencionais), peso próprio e faixas de absorção de água /

porosidade das rochas ornamentais, deve-se utilizar em seu assentamento (principalmente em superfícies verticais) argamassa colante do tipo AC III ou AC III-E. Na Tabela 1 são apresentadas as características das argamassas colantes, segundo a Norma ABNT NBR 14081 (Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmica - Especificação).

O assentamento dos ladrilhos rochosos com argamassa colante deverá obedecer aos seguintes procedimentos:

- a) aplicar a argamassa colante, tanto na base, como no tardo do ladrilho (processo de dupla camada), realizando cordões com desempenadeira denteada de 8 mm x 8 mm. Tal procedimento é fundamental para que ocorra total cobertura de argamassa sob as peças, sem vazios. Os cordões do tardo devem ser perpendiculares aos da base;
- b) posicionar as placas ligeiramente deslocadas de sua posição final e arrastá-las para romper os filetes (cordões) de argamassa colante;
- c) assentar os ladrilhos, pressionando-os e batendo com martelo de borracha até a obtenção de espessuras de argamassa inferiores a 8 mm. Proceder à limpeza das faces com esponja levemente umedecida e pano seco (não lavar e nem molhar);
- d) verificar a aderência da argamassa ao ladrilho, removendo aleatoriamente algumas peças logo após o seu assentamento. O tardo deverá estar totalmente impregnado de argamassa colante;
- e) utilizar espaçadores de plástico ou poliestireno para garantir homogeneidade das juntas.

Tabela 1 - Recomendação de aplicações e tempo em aberto de argamassas colantes industrializadas, segundo a Norma ABNT NBR 14081

| Tipo da Argamassa Colante | Aplicações | Tempo em Aberto* (minutos) |
|-------------------------------|--|--|
| AC I | Ambientes internos, exceto: saunas, churrasqueiras, estufas e outros revestimentos especiais. | ≥ 15 |
| AC II | Pisos e paredes externos. | ≥ 20 |
| AC III | Onde se necessita de alta resistência a tensões de cisalhamento, apresentando aderência superior à dos tipos AC I e AC II. | ≥ 20 |
| AC I-E AC II-E AC III-E | Similar às anteriores, porém com tempo em aberto estendido. | Com acréscimo de no mínimo 10 minutos aos especificados acima. |

(*) Tempo a partir do qual começa a se formar uma pele que prejudica a aderência das argamassas colantes.

● Argamassa adesiva

A argamassa adesiva (supercola), via de regra composta por cimentos de alta resistência, copolímeros orgânicos e cargas minerais, é mais apropriadamente indicada para assentamentos de rochas onde se requeiram elevadas resistências e rapidez na execução. Essa rapidez na execução poderá ser ilustrada ao se compararem, por exemplo, os tempos requeridos para o rejuntamento após o assentamento: 72 horas nas argamassas cimentícias convencionais ou colantes, contra 6 horas na argamassa adesiva.

Os procedimentos para o assentamento de ladrilhos rochosos com argamassa adesiva são semelhantes aos grafados para a argamassa colante.

As principais diferenças residem no fato de a argamassa adesiva possibilitar o assentamento em camadas mais grossas (até 30 mm, contra 4 mm - 8 mm da argamassa colante) e requerer cuidados especiais durante o espalhamento com a desempenadeira denteada para que não forme uma película superficial sobre o adesivo (nesse caso, recomenda-se aplicar nova camada do produto sobre a camada com a película).

► Argamassas de rejuntamento

Após a secagem das rochas e cura das argamassas de assentamento (mínimo de 72 horas para argamassas cimentícias convencionais ou colantes, e de 6 horas para argamassas adesivas), deve-se proceder ao rejuntamento dos ladrilhos. Para esse rejuntamento pode-se usar três tipos de produto: rejuntamento cimentício industrializado, rejuntamento convencional (à base de calda de cimento e Pó Xadrez[®]), ou rejuntamento de base acrílica ou epóxi.

● Rejuntamentos cimentícios industrializados

Os rejuntamentos cimentícios industrializados são geralmente compostos por cimento *Portland*, agregados minerais, pigmentos e aditivos. São preferíveis os produtos aditivados com fungicidas, algicidas e impermeabilizantes. A mistura do rejuntamento com água deve possuir consistência pastosa e firme, sem grumos secos.

A aplicação da mistura deve ser feita em pequenas superfícies para se proceder à limpeza progressivamente. Recomenda-se utilizar desempenadeira de borracha, estendendo e pressionando o produto para dentro das juntas. Após 15 a 40 minutos do rejuntamento, proceder à limpeza, usando esponja macia, úmida e limpa.

● Rejuntamentos com selantes elastoméricos

Em fachadas são aplicáveis os rejuntamentos compostos por selantes elastoméricos (p. ex. mástique a base de poliuretano ou silicone), apoiados sobre anteparo neutro e flexível (p. ex. espuma de polietileno expandido com formato de tarugo, conhecida como tarucel). Este tipo de rejuntamento, além de ser mais flexível que os cimentícios, evita problemas de infiltrações e eflorescências.

Os selantes elastoméricos podem ser utilizados tanto em juntas de assentamento (juntas existentes entre as placas), como em juntas de movimentação (juntas que dividem panos extensos de revestimentos em panos menores, normalmente posicionadas nas transições viga/alvenaria). Na Figura 1 é apresentado um exemplo de utilização deste material em uma junta de movimentação.

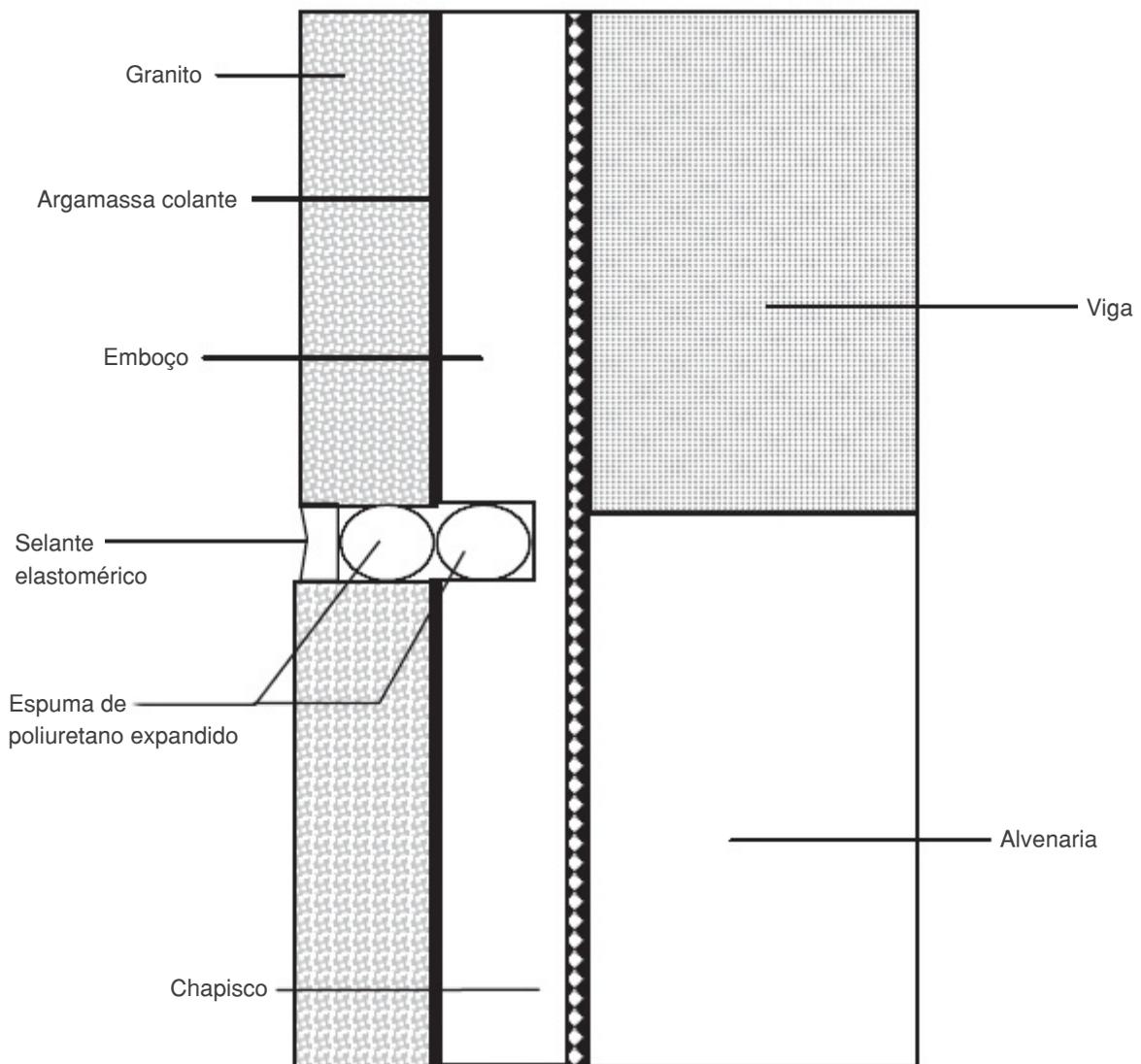


Figura 1 - Exemplo de junta de movimentação. (CARVALHO JÚNIOR, 1999, in CHIODI FILHO; RODRIGUES, 2009).

FACHADAS VENTILADAS / AERADAS

Os revestimentos de superfícies verticais de edificações são denominados fachadas ventiladas ou aeradas quando as placas rochosas são fixadas com insertos metálicos e permanecem distante de alguns centímetros do suporte (Fotos 43 e 44). Sua utilização é obrigatória quando os revestimentos são aplicados em alturas superiores a 15 m.



Foto 43 - Vista parcial de fachada ventilada utilizando placas de granito. Notar insertos metálicos alinhados.



Foto 44 - Detalhe de inserto metálico em fachada ventilada utilizando placa de granito.

Esse sistema proporciona uma redução da temperatura interna e, com isso, promove um maior conforto térmico em regiões de clima quente. Além disso, propicia maiores coeficientes de segurança em relação ao sistema convencional (que utiliza argamassas); permite a substituição de placas rochosas eventualmente danificadas; promove isolamento acústico e ainda possibilita o aproveitamento dos espaços vazios (entre o suporte e a placa) para passagens de fios elétricos, tubulações hidráulicas e outros itens.

► Fixação

A ancoragem das placas rochosas em fachadas ventiladas é efetuada nas estruturas das edificações. Estas estruturas podem ser de concreto, alvenaria ou metálicas.

● Dispositivos de Fixação

No revestimento de fachadas aeradas / ventiladas, as placas rochosas são fixadas por meio de insertos metálicos (Fotos 45 e 46), que têm formatos diversos e a função de:

- a) fixar as placas no suporte e, frequentemente, conectar umas às outras;
- b) sustentar o peso próprio do revestimento, a ação de ventos, pressões internas e outras cargas passíveis de atuação;
- c) impedir o tombamento das placas;
- d) absorver as deformações diferenciais (principalmente dilatações e contrações) entre o revestimento e o suporte, de modo a permitir a dissipação de tensões introduzidas no revestimento;
- e) permitir que o revestimento fique afastado da estrutura de suporte, para promover a livre circulação do ar e eliminação da umidade no sistema revestimento / suporte.



Foto 45

Trabalho de furação de placa de granito para instalação de inserto metálico.

Foto 46

Trabalho de instalação de inserto metálico em placa de granito.



Existem vários tipos de insertos disponíveis no mercado. Eles são escolhidos em função da necessidade e do local onde serão fixados.

Assim, existe o inserto com pino simples (utilizado nas arestas horizontais das peças), como na Foto 47; com pino duplo para requadrações autoportantes; especial, para fixação de peças em cantos e travamentos laterais (Foto 48); em ângulo, para fixação através de um rasgo inclinado a 45° no tardo da peça (Foto 49).

Foto 47

Tipo de inserto metálico utilizado em arestas horizontais das peças rochosas.





Foto 48

Tipo de inserto metálico utilizado em arestas verticais das peças rochosas.

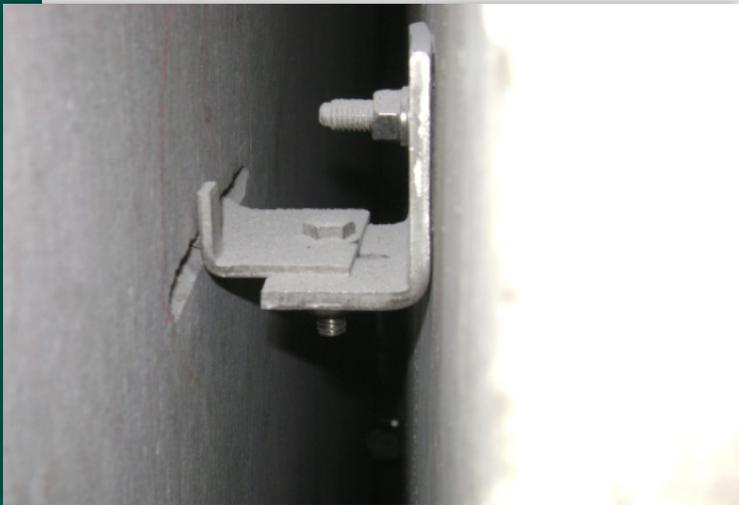


Foto 49

Tipo de inserto metálico utilizado no tardez das peças rochosas.

As placas de revestimento estão submetidas a diversas solicitações (peso próprio, ação de ventos, pressões internas, deformações decorrentes de variações higrotérmicas, etc.) e a sua estabilidade é conseguida pelos insertos, desde que bem fixados no suporte e com liberdade de movimentação, demandando-se uma adequada distribuição dos insertos nas placas conforme critérios de projeto.

Os insertos são geralmente constituídos de três partes, com as seguintes características e funções:

- a) uma parte a ser fixada na estrutura de suporte (dos tipos parafuso, “chumbador”, “passante”, etc.);
- b) uma parte constituída por barra, cantoneira ou outro perfil metálico, com eventual dispositivo de regulagem, para permitir o adequado posicionamento da placa;
- c) uma parte que permitirá a união com as placas.

Nos ensaios para avaliação dos dispositivos de fixação, os seguintes itens devem ser considerados:

- a) capacidade do suporte de resistir aos esforços transmitidos pelo dispositivo de fixação (arrancamento e momento de engastamento);
- b) distância mínima dos pontos de fixação às extremidades do suporte (cantos), em decorrência dos esforços aplicados e da natureza do suporte;
- c) deformabilidade de todo o dispositivo de fixação, quando a concepção do sistema de fixação das placas exigir que estas se movimentem livremente;
- d) capacidade do dispositivo de fixação de resistir aos esforços transmitidos pelas placas; em caso de dispositivos de fixação com regulagem, os ensaios devem ser conduzidos na condição mais desfavorável.

Os dispositivos de fixação devem ser suficientemente ajustáveis para que possam absorver os eventuais desvios de prumo e de planicidade da estrutura de suporte.

No seu dimensionamento, deve ser adotado um coeficiente de segurança de, no mínimo, 2,5. Devem ser constituídos, conforme a Norma ABNT NBR 15846, por metais inalteráveis que não sejam atacados por substâncias presentes na atmosfera. Os principais metais que podem ser utilizados são: aço inoxidável; cobre e suas ligas; aço-carbono; alumínio. Segundo a Norma ABNT NBR 15846, deve-se, preferencialmente, usar aço inoxidável, devido a sua grande inalterabilidade e resistência mecânica, levando-se em conta as condições atmosféricas no local da obra para a escolha dos tipos, conforme os critérios:

- a) aço inoxidável do tipo ABNT 304 (AISI 304), para atmosferas urbanas e indústrias isentas de cloretos;
- b) aço inoxidável do tipo ABNT 316 (AISI 316), para atmosferas urbanas, marítimas e industriais que contenham cloreto.

Em casos de necessidade de emprego de outros tipos de materiais, deve-se evitar a associação de metais de natureza diferente, pela possibilidade da ocorrência de corrosão por pares galvânicos.

► **Características e dimensionamento das placas rochosas**

Conforme a Norma ABNT NBR 15846, o projeto de revestimento com placas de rocha e insertos metálicos deve estabelecer a espessura das placas de acordo com suas dimensões em planta (comprimento e largura), com a resistência mecânica da rocha, com o sistema de fixação a ser empregado e com as cargas atuantes. Para as placas rochosas deve ser adotado um coeficiente de segurança de, no mínimo, 3,0.

A Norma ABNT NBR 15846 estabelece que, após terem sido definidas as solicitações atuantes nas placas (peso próprio, ação de ventos, deformações devidas a variações higrotérmicas e outras) e conhecidas as carac-

terísticas do suporte e do inserto escolhido (dimensões e tipo de metal ou liga metálica), deve-se:

- a) realizar cálculo analítico, com base no funcionamento previsto para o inserto;
- b) verificar através de ensaio em escala real e *in loco*, o conjunto inserto-chumbador-suporte, conforme a Norma ABNT NBR 14827;
- c) verificar, através de ensaio em escala real, o conjunto placa rochosa-inserto, caso haja dúvida sobre o comportamento estrutural do conjunto.

Os esforços devidos ao vento (pressões positivas e negativas) devem ser calculados de acordo com a ABNT NBR 6123.

Deve-se considerar que as placas rochosas fixadas até a altura de 1,5 m do nível do piso devem resistir a impactos de corpo duro com energia de 3 J e impactos de corpo mole com energia de 400 J, sem que ocorram danos de qualquer espécie.

Os procedimentos para verificação devem atender às diretrizes da ABNT NBR 15845-8 e ABNT NBR 11675.

No cálculo das deformações entre o suporte e o revestimento, bem como no dimensionamento do espaço entre as placas rochosas, deve ser considerado o coeficiente de dilatação térmica da rocha, determinado conforme a Norma ABNT NBR 15845-3.

No dimensionamento do sistema, também devem ser levadas em conta as deformações devidas à retração e à deformação lenta do concreto, passíveis de ocorrerem após a execução do revestimento.

► Juntas

Com relação às juntas e materiais de preenchimento em fachadas ventiladas, as seguintes recomendações da Norma ABNT NBR 15846 são destacadas:

- a) sempre que houver junta de dilatação ou de movimentação na estrutura de suporte, deve-se prever também junta deste tipo no revestimento, com a mesma abertura daquela existente no suporte;
- b) as juntas entre as placas devem ser suficientes para absorver as movimentações, tanto da estrutura de suporte, como do revestimento. Cabe ao projetista verificar, em cada caso, a necessidade de juntas de dilatação ou de movimentação no revestimento;
- c) devem ser previstas juntas de dilatação nos encontros das placas com quaisquer elementos distintos que se projetem no plano do revestimento ou para além deste;
- d) quando for empregado material de vedação nas juntas, o fator de forma (proporção largura/profundidade) deve estar compreendido entre 2 e 1, em obediência às prescrições do fabricante do produto. Deve-se prever o uso de material de enchimento, quando for necessário adaptar o perfil das juntas às dimensões ideais do cordão de material de vedação;
- e) o material de vedação deve ser resistente aos agentes atmosféricos, apresentar boa aderência com os materiais nos quais será aplicado, ser estanque ao ar e à água e não causar manchas ou alterações nas rochas às quais são aplicados. Deve ser inerte em presença de substâncias químicas normalmente encontradas nos edifícios (alcalinidade das argamassas e produtos de limpeza), deve ter elasticidade suficiente e mantê-la ao longo do tempo;

- f) os rejuntamentos mais indicados para vedação são aqueles compostos por selantes elastoméricos (p. ex. mástique a base de poliuretano ou silicone), apoiados sobre anteparo neutro e flexível (p. ex. espuma de polietileno expandido com formato de tarugo, conhecido como tarucel) - Fotos 50 e 51. Este tipo de rejuntamento, além de ser mais flexível que os cimentícios, evita problemas de infiltrações e eflorescências. Os selantes elastoméricos podem ser utilizados tanto em juntas de assentamento (juntas existentes entre as placas) como em juntas de movimentação (juntas que dividem panos extensos de revestimentos em panos menores, normalmente posicionadas nas transições viga/alvenaria).



Foto 50

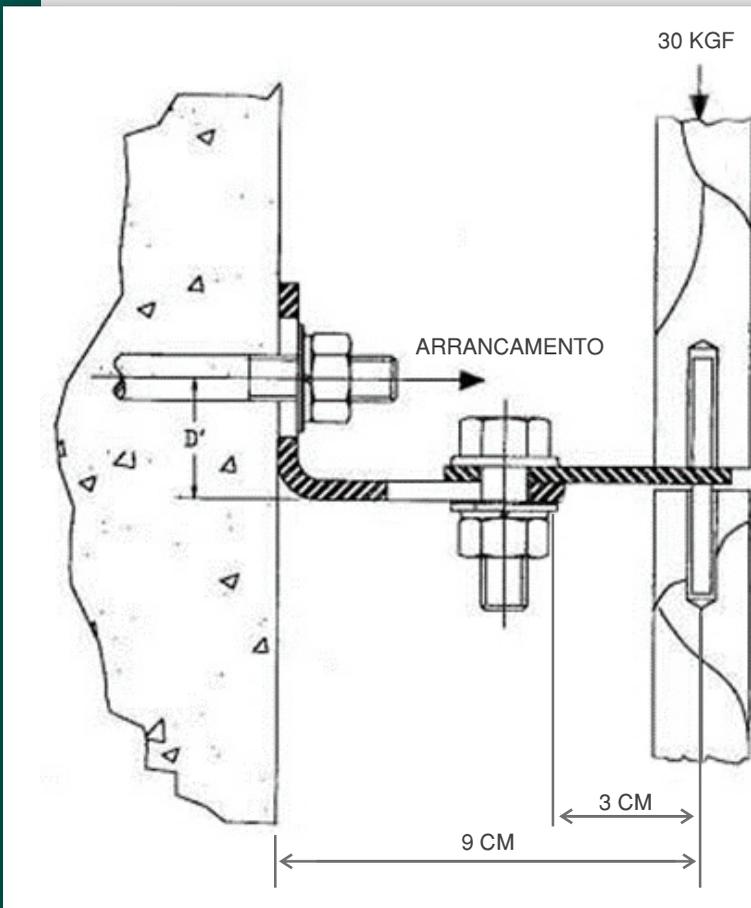
Trabalho de aplicação de rejuntamento de silicone em fachada ventilada.



Foto 51

Aplicação de selante de silicone em junta. Notar que as adjacências das juntas se acham protegidas com fita adesiva para prevenir impregnações de silicone sobre a superfície acabada da rocha.

► Ensaios em chumbadores e em protótipo



A Figura 2 esquematiza um inserto metálico e seus componentes.

Figura 2 - Ilustração de inserto metálico e seus componentes (elaborada por Eleno de Paula Rodrigues).

A capacidade de resistência do conjunto chumbador + suporte é avaliada através da realização de ensaios utilizando dinamômetro na própria obra: são os chamados ensaios de arrancamento de chumbadores (Foto 52). Seguem as recomendações da Norma ABNT NBR 14827.

Os valores obtidos para a pressão de arrancamento dos chumbadores são confrontados com os pesos próprios das peças rochosas e, a partir daí, são calculados os coeficientes de segurança para o conjunto chumbador + concreto (ou alvenaria).

Foto 52

Ensaio de determinação da resistência ao arrancamento de chumbador aplicado em concreto de obra onde será instalada fachada ventilada.



Os chumbadores são metálicos e podem ser fixados em concreto, em alvenaria ou, menos frequentemente, em estruturas metálicas.

Para a fixação de chumbadores em alvenarias, os blocos de concreto precisarão ser preenchidos com graute (tipo de concreto ou argamassa de alta resistência utilizado para preencher vazios de concretagem) - Fotos 53 a 55.



Foto 53

Quebra de uma das faces de blocos de concreto nos locais onde serão fixados os insertos. Os blocos serão preenchidos com graute.

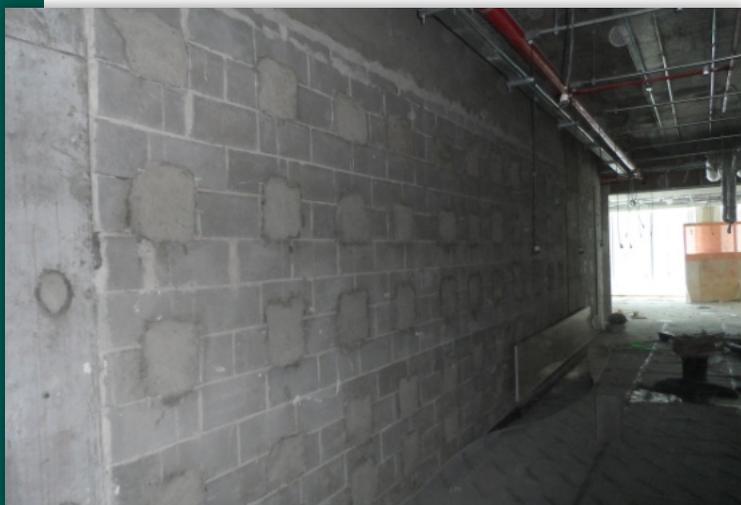


Foto 54

Blocos preenchidos com graute.



Foto 55

Vista de uma das placas de mármore fixadas na fachada. Notar que os insertos estão fixados nos locais onde se encontra o graute.

Outras investigações técnicas podem ser realizadas, submetendo-se um protótipo de tamanho real da fachada a pressões equivalentes às produzidas pelo vento na região da obra e nas maiores altitudes atingidas pelo prédio.

Esse ensaio é adaptado da Norma ABNT NBR 10821 e consiste na inserção do protótipo em um equipamento de grande porte (“túnel de vento”), que produz pressões crescentes de vento positivas e negativas (sucção), uniformemente distribuídas sobre as placas rochosas do protótipo fixadas em uma parede de concreto, utilizando os mesmos chumbadores especificados para a obra.

A Norma ABNT NBR 10821 estabelece valores mínimos de carga distribuída pelo vento para que o sistema completo da fachada ventilada suporte sem que ocorra nenhum tipo de dano (abaulamento dos insertos ou de seus componentes, ruptura da placa rochosa, colapso do sistema, deformações, etc.).

Este ensaio é de fundamental importância para a execução de fachadas ventiladas e possibilita, com precisão, a definição do coeficiente de segurança proporcionado pelo sistema de fachada ventilada completo (rocha + chumbadores + insertos + concreto).

As Fotos 56 a 58 ilustram a execução de um ensaio sobre protótipo contendo a peça de granito em tamanho natural, chumbadores e insertos. Nota-se que, nesse ensaio, a placa de rocha não resistiu às pressões do vento e se rompeu nos locais onde encontravam-se os pinos metálicos (que também se abaularam) e em sua região central.



Foto 56

Vista do equipamento utilizado para a execução de ensaios em “túnel de vento”. Notar, à direita, peça de granito fraturada devido à pressão exercida pelo vento previsto para o local da obra (conforme Norma ABNT NBR 10821).



Foto 57

Detalhe da foto anterior. Notar peça de granito fraturada, fixada com insertos metálicos.



Foto 58

Detalhe de um dos insertos metálicos após o ensaio. Notar que o granito também se rompeu na região do pino do inserto (que se abaulou).

APLICAÇÃO DE SELANTES E IMPERMEABILIZANTES

Selantes e impermeabilizantes são produtos destinados a evitar ou dificultar a absorção de líquidos (substâncias aquosas e oleosas) nos revestimentos em geral (Foto 59). Os selantes são impregnantes, preparados em base água ou solvente, que funcionam como hidro- e/ou óleo-fugantes e, teoricamente, não devem alterar a textura e o aspecto estético da superfície tratada. Os impermeabilizantes são peliculares, translúcidos ou não, fixados como um verniz ou camada sobre uma superfície.

Foto 59

Peça de granito tratada com produto hidrorrepelente. Notar que a água não penetra na superfície do granito.



Dependendo de sua fluidez, os selantes penetram mais ou menos profundamente na superfície das rochas, pela maior ou menor capacidade de permear os espaços vazios (poros) intercomunicantes. A quantidade e dimensão dos poros determinam a capacidade da rocha absorver líquidos e, portanto, os próprios selantes. Assim, se uma rocha ou superfície poli-

da dessa rocha, não absorve ou absorve pouca água, ela não precisa ser selada, porque também não absorverá o selante.

As superfícies tratadas com selantes não ficam completamente protegidas do ataque de substâncias quimicamente agressivas. Por sua vez, os impermeabilizantes protegem as rochas do ataque químico, mas eles próprios podem ser atacados.

Mesmo em superfícies não tratadas com selantes e impermeabilizantes, a ação de produtos quimicamente agressivos e/ou manchantes, a partir do contato com a superfície de uma rocha, quase nunca é imediata. Assim, a rápida remoção desses produtos previne a ocorrência de patologias.

Em outro sentido, o contato prolongado da rocha com esses produtos quimicamente agressivos e/ou manchantes pode provocar algumas patologias até em superfícies tratadas com hidro-óleo repelentes. Destaca-se que a impermeabilização do tardo (verso) das placas e da base dos revestimentos (emboço ou contrapiso), para prevenção de manchamentos isolados e alterações cromáticas produzidos por umidade ascendente, é tão ou mais importante que a aplicação de hidro-óleo repelentes na face das placas.

De fato, a maior parte das patologias de manchamento é decorrente da infiltração ascendente de umidade, através da percolação de soluções também responsáveis pelo surgimento de eflorescências e escamações na superfície dos revestimentos. A impermeabilização da face, sem a devida impermeabilização do tardo e base das placas, pode barrar a percolação ascendente de umidade, dificultando a sua transpiração e provocando alterações cromáticas de intensidade variável.

Sobre terrenos muito úmidos, como por exemplo das planícies litorâneas

e vales fluviais, entre outros, recomenda-se inclusive a impermeabilização da base dos pisos térreos, pela aplicação de mantas asfálticas ou produtos específicos para essa finalidade.

Quando especificados para ambientes internos, os hidro-óleo repelentes devem ser aplicados somente após o assentamento das placas e com o revestimento já absolutamente seco, respeitando-se o tempo de cura das argamassas de fixação e rejuntamento. Tanto em ambientes internos quanto externos, é necessário observar a vida útil apontada pelos fabricantes para os diferentes hidro-óleo repelentes disponíveis no mercado, visando à sua periódica reaplicação.

Além disso, o uso de hidro-óleo repelentes só pode ser efetuado mediante testes preliminares em amostras da rocha objetivada, com o acabamento de face especificado na obra ou projeto. Pode-se assim observar o resultado da impermeabilização e eventuais alterações cromáticas impostas ao material, para seleção do produto mais adequado.

De forma geral, recomenda-se que o uso de hidro-óleo repelentes seja, portanto, reservado para rochas nas quais se potencializa o contraste cromático dos manchamentos produzidos por infiltração de líquidos e soluções pigmentantes, bem como para rochas expostas a substâncias quimicamente agressivas.

Em virtude da inexistência de estudos específicos sobre riscos para a saúde humana, pelo contato contínuo com a pele ou alimentos, não se recomendaria a aplicação de hidro-óleo repelentes em tampos de pia de cozinha, mesmo considerando-se que nestes tampos são manuseados, de modo convencional, produtos quimicamente agressivos (detergentes, frutas cítricas, óleos e gorduras, etc.).

TRANSPORTE E ESTOCAGEM DAS PEÇAS NA OBRA

Antes do transporte, as peças (já vistoriadas e aprovadas) deverão ser embaladas em lonas de plástico incolor e armazenadas em caixas de madeira clara e inerte, devidamente identificadas com etiquetas impermeáveis.

Devem ser transportadas em caminhões trucados e, preferencialmente, cobertas com lonas impermeáveis.

No recebimento, as caixas devem ser cuidadosamente abertas e as peças colocadas em local elevado sobre o piso e apoiadas em cavaletes de madeira clara e inerte ou envolvidos por materiais impermeáveis (plástico, borracha, polipropileno, etc.).

Os cavaletes devem ter inclinação de 80° em relação à vertical (conforme Norma ABNT NBR 15846, Anexo B). Deve-se garantir a separação das placas rochosas entre si, por meio de ripas de material não oxidável e nem manchante.

No manuseio das placas e peças, tanto na produção quanto no transporte para a obra e durante a instalação na própria obra, devem ser tomadas todas as precauções necessárias, a fim de se evitar danos (Norma ABNT NBR 15846, Anexo B).

PROTEÇÃO DE REVESTIMENTOS DURANTE A FASE DE OBRA

Após a secagem dos rejuntas e da rocha (mínimo de 72 horas), efetuar a proteção do revestimento aplicado, utilizando-se, durante a fase de obra, mantas flexíveis antiderrapantes (Foto 60).

Para locais submetidos a tráfego elevado, recomenda-se a colocação de placas de madeira clara e inerte, ou placas recicláveis sobre a camada de proteção anterior. Alternativamente, esses locais podem ser protegidos unicamente com placas modulares de borracha reciclável.

A proteção dos tampos, bancadas, pias e lavatórios deverá ser realizada com lonas plásticas incolores, não adesivadas.



Foto 60

Piso protegido com manta flexível impermeável e antiderrapante.

LIMPEZA E MANUTENÇÃO DE REVESTIMENTOS

A manutenção dos revestimentos requer trabalhos sistemáticos de limpeza, prevenindo-se a impregnação de sujeira, perda de brilho (no caso de superfícies polidas) e outras alterações estéticas nos materiais rochosos aplicados. A limpeza precisa ser efetuada com a maior regularidade possível, utilizando-se esfregão de pano umedecido com água, ou apenas com pequena diluição de detergentes de pH neutro ou sabões puros.

É fundamental evitar o excesso de água, bem como os produtos abrasivos (tipo sapólio) ou quimicamente agressivos (ácidos, soda cáustica, álcool, querosene, acetona, removedores e solventes) - Foto 61. Deve-se ainda evitar o contato das rochas com óleos, graxas, tintas e materiais ferruginosos oxidáveis (pregos, palhas de aço, escovas metálicas, recipientes, suportes e peças de mobiliário elaboradas com ferro, etc.), bem como com pós, fragmentos de madeira e outros materiais decomponíveis e pigmentantes. Qualquer substância potencialmente manchante, derramada sobre o revestimento, deve ser limpa com a máxima rapidez possível.

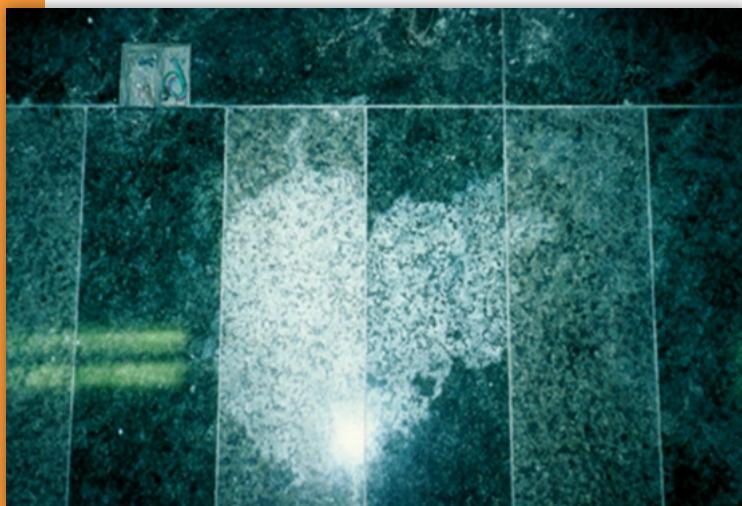


Foto 61

Corrosão química manifestada em peças de granito após procedimento de limpeza utilizando detergente quimicamente agressivo. Procedimento incorreto.

CONCLUSÕES

É notório que as rochas ornamentais e de revestimento agregam expressivo valor aos empreendimentos que as utilizam. Entretanto, se os métodos de sua aplicação forem incorretos podem surgir patologias que desvalorizam o revestimento rochoso e, em consequência, o empreendimento.

Tais patologias incluem: presença de “dentes” entre peças contíguas; presença de “som cavo” após teste de percussão, evidenciando que existem espaços vazios entre a placa rochosa e a argamassa; juntas com espessuras desiguais; manchas produzidas por ascendência de líquidos impuros provenientes da argamassa inadequada; e outras.

Constitui importante boa prática que a aplicação obedeça às recomendações constantes neste Documento Técnico e nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (parte das quais referida neste texto).

Os métodos de trabalho recomendados para a fixação das rochas, bem como as orientações apresentadas para a correta escolha dos insumos (argamassas, rejuntas, impermeabilizantes, insertos, grapas, etc.) são resultado da experiência profissional dos autores. Cada método recomendado foi testado inúmeras vezes, ao longo de 20 anos, em obras civis localizadas em todo o país, adquirindo credibilidade para hoje serem ofertados aos profissionais do setor.

Neste sentido, reitera-se que a utilização de técnicas adequadas de assentamento permite prevenir a ocorrência de patologias nos revestimentos aplicados, garantindo a preservação de seus atributos estéticos e de sua integridade física.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123**: Forças devidas ao vento em edificações (versão corrigida 2:2013). Rio de Janeiro, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11802**: Pisos elevados: especificação. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12048**: Pisos elevados: determinação da resistência às cargas verticais concentradas: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12049**: Pisos elevados: determinação da resistência à carga vertical uniformemente distribuída: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12050**: Pisos elevados: determinação da resistência ao impacto de corpo duro: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14827**: Chumbadores instalados em elementos de concreto ou alvenaria: determinação da resistência à tração e ao cisalhamento. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15844**: Rochas para revestimento: requisitos para granitos. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15845**: Rochas para revestimento: Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15846**: Rochas para revestimento: projeto, execução e inspeção de revestimento de fachadas de edificações com placas fixadas por insertos metálicos. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14081**: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11675**: Divisórias leves internas: verificação da resistência aos impactos. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10821**: Esquadrias para edificações. Rio de Janeiro, 2017.

CHIODI FILHO, C.; RODRIGUES, E. de P. **Guia de Aplicação de Rochas em Revestimentos**. 1.ed. São Paulo: ABIROCHAS, 2009. 160 p.

RODRIGUES, E. de P.; CHIODI FILHO, C. **Guia de Aplicação de Rochas em Revestimentos**. 2.ed. Brasília: ABIROCHAS, 2019. Inédito.

As fotos de números 1 a 61, apresentadas neste Documento Técnico, são de autoria de Eleno de Paula Rodrigues.





ABI ROCHAS
Associação
Brasileira da
Indústria de
Rochas
Ornamentais



**ACADEMIA
DAS ROCHAS**
Juntos pela qualidade.

CONFIRA A VERSÃO DIGITAL E MUITO MAIS EM:

www.academiadasrochas.com.br

 /ABIROCHAS  @ABIROCHAS  (61) 99840 6082

Contato: contatos@abirochas.com.br | (61) 3033 1478

www.abirochas.com.br

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-45530-04-6



9 788545 530046