

# Fachada com placas de rocha

## DEFINIÇÃO

As fachadas com placas de rocha são revestimentos com rochas naturais, aplicadas sobre as paredes e a estrutura.

## MATERIAIS

No revestimento de fachadas com placas de rocha são empregados basicamente os seguintes materiais: placas de rocha, dispositivos de fixação, selantes e argamassa.

## PLACAS DE ROCHA (NBR 13707:1996)

Se a quantidade de placas a serem empregadas for muito grande, recomenda-se que sejam extraídas de um mesmo maciço, ou matacão ou grupo de matacões de mesma origem, de forma a minimizar as variações estéticas.

As variações estéticas e diferenças de padrão podem ser aceitas desde que sejam selecionadas amostras que sirvam de parâmetro para estabelecer a faixa de variação aceitável, na fase de projeto e de aquisição, pois as variações são naturais nesse tipo de produto (variações na textura, cor, veios etc.).

Além dos aspectos estéticos, a especificação do tipo de rocha, do acabamento (superfície polida, apicoada, flameada etc.) e das dimensões das placas deve considerar as características físicas e mecânicas da rocha, como resistência à flexão, à compressão, absorção de água, porosidade, variação dimensional e as características petrográficas que influenciam na durabilidade da rocha, quando expostas à intempérie e à ação de produtos químicos empregados na limpeza da fachada. As rochas mais escuras, por exemplo, podem perder cor quando submetidas a produtos ácidos de limpeza. Quando assentadas com argamassa, é importante avaliar a resistência aos álcalis do cimento.

A espessura das placas é determinada em função de suas dimensões, das características mecânicas da rocha, do sistema de fixação empregado e das cargas atuantes, de forma analítica ou por meio de ensaios das placas e do dispositivo de fixação.

A NBR 13707:1996 recomenda a utilização de diferentes coeficientes de segurança para rochas ígneas, metamórficas e sedimentares, representando a variação dos resultados dos ensaios mecânicos e a variabilidade nas características petrográficas, utilizando-se no mínimo cinco corpos-de-prova, conforme tabela a seguir.

Tensões de ruptura à compressão e tração na flexão – Coeficientes de segurança

TIPO DE ROCHA ATÉ 10%	DISPERSÃO DOS RESULTADOS	ACIMA DE 10% A 20%	ACIMA DE 20%
Ígnea	3	4	6
Metamórfica	4	5	7
Sedimentar	5	6	8

## Dispositivos de fixação

Os dispositivos de fixação devem ser concebidos de forma a:

1. Resistir aos esforços a que estarão submetidos, dependendo de sua função, se somente sustentador, se somente retentor ou se tiver a dupla função de sustentador e retentor. As ações verticais são transmitidas aos sustentadores, colocados geralmente na parte inferior das placas. Os retentores estão sujeitos aos esforços horizontais e são posicionados geralmente nas bordas lateral ou superior das placas; quando posicionados na borda inferior, estão também sujeitos às cargas verticais, como sustentadores.

## OPÇÕES

Veja abaixo os tipos de fachadas e caixilhos

>FACHADAS COM PLACAS DE ROCHA

>JANELAS PADRONIZADAS

>FACHADAS CORTINA

>GUARDA-CORPO

>FACHADAS COM PLACAS  
CERÂMICAS FIXADAS COM INSERTES  
METÁLICOS

## CHECKLIST

Verifique os itens a serem considerados no momento da especificação

- Características específicas do projeto
- Dimensões e tolerâncias das placas de rocha
- Tipo de rocha, acabamento, tonalidades e variações estéticas admissíveis
- Estanqueidade à água e selantes
- Cargas atuantes, incluindo cargas de vento e condições atmosféricas para definição do tipo (características físicas e mecânicas, como resistência à flexão, resistência à compressão, variações devidas à temperatura e absorção de água), das dimensões e da espessura das placas de rocha
- Sistemas de fixação, definidos em função das cargas atuantes e agressividade atmosférica
- Durabilidade natural (às intempéries) e resistência aos agentes de limpeza das placas de rocha e fixadores
- Recebimento em obra e armazenamento
- Controle do serviço (inspeção)
- Quantidade de placas para avaliação da disponibilidade e capacidade de atendimento para o mesmo tipo de rocha, mantendo-se a estética
- Preços (material e serviço)
- Forma de pagamento

2. Permitir a livre movimentação das placas, evitando a transmissão de tensões consideráveis às placas de rocha em função das movimentações higrótérmicas diferenciadas entre o revestimento e o suporte. Para tanto, geralmente os dispositivos são constituídos de três partes, uma a ser ancorada no suporte (grapa ou chumbador), uma constituída por barra ou perfil que permite a regulagem e outra que fará a ligação com as placas de rocha.

A definição da resistência do dispositivo de fixação é feita por meio de cálculo ou ensaios do conjunto, na ausência de referência de uso ou em caso de dúvida sobre o comportamento estrutural do conjunto. Adota-se um coeficiente de segurança de, no mínimo, 2,5.

Devem ser verificados os seguintes requisitos dos dispositivos de fixação, por meio de ensaios:

1. Resistência do suporte aos esforços transmitidos pelo dispositivo de fixação (arrancamento e momento de engastamento).
2. Distância mínima dos pontos de fixação às extremidades do suporte, em função dos esforços aplicados e da natureza do suporte.
3. Deformação de todo dispositivo, quando a fixação das placas for projetada para que estas se movimentem livremente.
4. Resistência do dispositivo de fixação quanto aos esforços transmitidos pelas placas e pelo vento; em caso de dispositivos com regulagem, os ensaios devem ser feitos na condição mais desfavorável.

Os materiais que compõem os dispositivos de fixação devem ser resistentes às substâncias presentes na atmosfera.

A tabela a seguir apresenta os principais metais que podem ser utilizados

#### AÇO INOXIDÁVEL

Tipo ABNT 304: para atmosferas urbanas e industriais isentas de cloretos

Tipo ABNT 316: para atmosferas urbanas, marinhas e industriais que contenham cloretos

#### AÇO-CARBONO

Pode ser usado desde que esteja galvanizado conforme a NBR 6323, em peças intermediárias ou junto ao suporte; não deve ser usado em contato com a placa de rocha

#### ALUMÍNIO

Dever ser utilizada liga 6061-T6, 6061-T6 ou equivalente em atmosferas marítimas e industriais

#### COBRE E SUAS LIGAS

Cobre: deve ser usado somente em grampos; em ambientes que contenham  $H_2S$  e amônia, deve ser evitado

Latão: devem ser utilizadas ligas com teor de zinco inferior a 15%

Bronze-alumínio: é recomendado para atmosferas marítimas

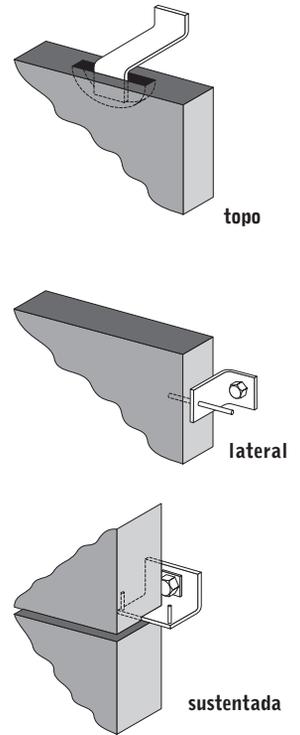


Figura 1 – Retentores

Deve-se dar preferência para a utilização do aço inoxidável, devido à sua resistência mecânica e inalterabilidade.

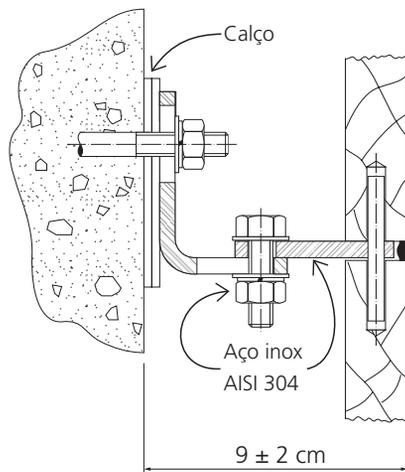


Figura 2 – Dispositivo sustentador e retentor

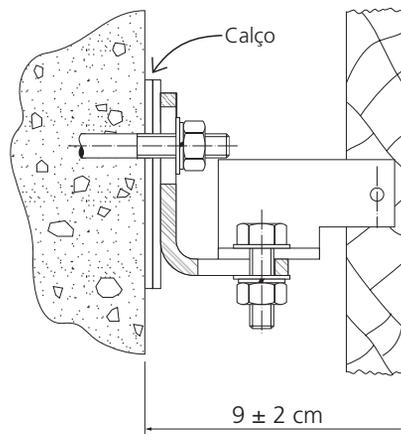


Figura 3 – Dispositivo retentor (lateral)

## QUESTÃO AMBIENTAL

### Classificação do resíduo:

conforme resolução Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente) 307 de 05 de julho de 2002, os resíduos das fachadas com placas de rocha podem ser considerados: de classe A, no caso dos resíduos de rocha e argamassa; classe B, no caso de metais; e classe D, no caso de selantes, conforme informações de fabricante de selantes à base de poliuretano.

### Destinação do resíduo:

os resíduos de Classe A são destinados a aterros de resíduos da construção civil ou a usinas de reciclagem como agregados. Os de Classe B são resíduos recicláveis para outras destinações. Os de Classe D são resíduos perigosos; sua destinação, armazenamento, transporte e reutilização devem estar em conformidade com as normas técnicas específicas.

A associação de metais de natureza diferente deve ser evitada, pois pode ocorrer a corrosão galvânica. Caso sejam utilizados metais de naturezas diferentes, os mesmos devem ser isolados com o uso de gaxetas à base de borracha sintética, fita de butil, revestimentos orgânicos de baixa porosidade ou materiais equivalentes com propriedades físico-mecânicas compatíveis com os esforços a que estarão sujeitos.

As tolerâncias dimensionais dos dispositivos de fixação são definidas em projeto.

### Selantes

Devem ser resistentes aos agentes atmosféricos, apresentar boa aderência, não causar manchas e alterações nas placas de rocha, ser resistentes aos álcalis do cimento presentes em argamassas e concreto, e a produtos químicos comuns de limpeza.

Os selantes mais empregados são à base de poliuretano ou silicone neutro. Caso haja dúvida com relação à qualidade dos selantes, deve-se comprovar sua adequação mediante ensaios em laboratório. No caso do emprego de vedantes ou tiras pré-formadas, devem ser compatíveis com a deformação esperada e, caso haja dúvida com relação à sua qualidade, poderão ser realizados ensaios.

### Argamassa

A argamassa deve ser preparada conforme a NBR 7200:1998. A argamassa normalmente utilizada para a fixação das placas de rocha é de cimento e areia média no traço 1:3, em volume, podendo ser utilizados aditivos plastificantes ou fluidificantes, para que se obtenha a consistência necessária para o seu lançamento e adensamento.

### FORMA DE COMERCIALIZAÇÃO

A contratação da execução de fachadas com placas de rocha normalmente é precedida de projeto, com todas as especificações, todos os detalhes construtivos e os quantitativos correspondentes dos materiais. Dessa forma, no momento da cotação de preços, o comprador deve fornecer o projeto e informar o local da entrega, além do cronograma físico da execução da obra e disponibilidade de equipamentos para acesso à fachada.

### ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

O controle de recebimento dos materiais deve ser feito conforme projeto.

No caso de selantes, deve ser verificado se os materiais entregues conferem com a especificação. No caso de dispositivos de fixação, pode ser feita a comparação com um modelo fabricado e aprovado previamente, sendo que dúvidas com relação à galvanização, tipo de aço inoxidável e outros metais, devem ser dirimidas com a realização de ensaios em laboratório.

Além da verificação das dimensões, as placas de rocha são inspecionadas conforme os defeitos admissíveis previstos em projeto, relativos à presença de vesículas, pequenas fraturas ou inclusões, e conforme os padrões de cor e textura especificados. As placas que apresentarem defeitos que possam afetar a segurança e a durabilidade devem ser rejeitadas.

### DESEMPENHO

#### Solicitações

As placas de rocha e seus dispositivos de fixação são submetidos às seguintes solicitações.

CARGA OU MOVIMENTO	SOLICITAÇÃO
Cargas paralelas ao plano das placas	Peso próprio das placas
Cargas perpendiculares ao plano das placas	Peso próprio de eventual camada de isolamento térmica
	Ação do vento, calculada conforme a NBR 6123:1988
	Impactos acidentais, para placas fixadas até a altura de 1,5 m do nível do piso: choques de corpo duro com energia de 10 J; choques de corpo mole com energia de 400 J; ambos sem a ocorrência de danos de qualquer tipo, tendo como base as recomendações da NBR 11675:1990
	Peso próprio das placas, quando colocadas na horizontal
Movimento relativo do suporte e do revestimento	Deformações devidas às variações higrótérmicas:
	Para a variação térmica diferencial, considera-se uma diferença de temperatura de 50°C, para o cálculo das deformações relativas entre o suporte e o revestimento
	Deformações devidas à retração e à deformação lenta do concreto que podem ocorrer após a execução do revestimento. Entre a execução do suporte (concreto, alvenaria etc.) e a aplicação das placas, deve-se aguardar o maior espaço de tempo possível, de modo que as deformações iniciais do suporte não atinjam o revestimento

## Durabilidade e vida útil de projeto

### VIDA ÚTIL DE PROJETO

PARTE DA EDIFICAÇÃO	EXEMPLOS	VIDA ÚTIL (ANOS)	
		MÍNIMO	SUPERIOR
Revestimento de fachada aderido e não-aderido	Revestimento, molduras, componentes decorativos, cobre-muros	≥ 20	≥ 30
SISTEMAS, ELEMENTOS, COMPONENTES E INSTALAÇÕES		PRAZOS DE GARANTIA MÍNIMOS	
Revestimento de paredes, pisos e tetos em azulejo/cerâmica/pastilhas	Estanqueidade de fachadas e pisos molháveis	3 anos	
Revestimento de paredes, pisos e tetos em pedras naturais (mármore, granito e outros)			

Fonte: Desempenho garantido, Revista Construção Mercado 74, set/2007.

Nota: adotar, após publicação, as informações da norma brasileira "Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos".

O fabricante e o instalador devem especificar as condições, os procedimentos e a frequência de manutenção.

As manutenções preventivas e as de caráter corretivo, que visam não permitir o progresso de pequenas falhas e poderiam resultar em extensas patologias, devem ser realizadas de acordo com o "Manual de Operação, Uso e Manutenção" fornecido pelo incorporador e/ou construtora.

## PREÇOS UNITÁRIOS

Para fins de comercialização, adota-se a unidade m<sup>2</sup>.

MATERIAL	UN	SP	RJ	DF	PR	SC	RS	PE	CE
Granito Cinza Andorinha	m <sup>2</sup>	132,50	120,50	105,00	120,00	153,00	212,50	130,00	80,00
Granito Cinza Mauá	m <sup>2</sup>	220,00	140,00	–	130,00	145,00	210,00	150,00	90,00
Granito Juparaná	m <sup>2</sup>	135,00	105,00	92,00	130,00	280,00	260,00	–	170,00
Granito Preto Tijuca	m <sup>2</sup>	320,00	–	90,00	175,00	281,00	365,00	212,50	150,00
Mármore Branco Clássico ou Espírito Santo	m <sup>2</sup>	305,00	175,00	102,50	–	169,50	260,00	126,00	–
Mármore Branco Extra ou Branco Paraná	m <sup>2</sup>	390,00	650,00	–	180,00	482,50	310,00	330,00	–
Mármore Travertino Nacional	m <sup>2</sup>	162,50	–	272,50	272,50	243,00	315,00	200,00	140,00

1) Dados referenciais de material data-base fev/2008, considerando placas de 40 cm x 40 cm x 2 cm; 2) Preços em reais.

## Normas técnicas diretamente relacionadas

NÚMERO	ÚLTIMA ATUALIZAÇÃO	DESCRIÇÃO	TIPO
NBR 13707	01/07/1996	Projeto de revestimento de paredes e estruturas com placas de rocha	Procedimento
NBR 12763	01/10/1992	Rochas para revestimento – Determinação da resistência à flexão	Método de ensaio
NBR 12764	01/10/1992	Rochas para revestimento – Determinação da resistência ao impacto de corpo duro	Método de ensaio
NBR 12765	01/10/1992	Rochas para revestimento – Determinação do coeficiente de dilatação térmica linear	Método de ensaio
NBR 12766	01/10/1992	Rochas para revestimento – Determinação da massa específica aparente, porosidade aparente e absorção d'água aparente	Método de ensaio
NBR 12767	01/10/1992	Rochas para revestimento – Determinação da resistência à compressão uniaxial	Método de ensaio
NBR 12768	01/10/1992	Rochas para revestimento – Análise petrográfica	Método de ensaio
NBR 12769	01/10/1992	Rochas para revestimento – Ensaio de congelamento e degelo conjugado à verificação da resistência à compressão	Método de ensaio
NBR 15012	30/12/2003	Rochas para revestimentos de edificações – Terminologia	Terminologia

### ETAPAS DO SERVIÇO

A execução divide-se nas seguintes fases

- > Transporte e estocagem das placas, selantes, fixadores e acessórios para a obra
- > Preparação da estrutura do edifício e das paredes da fachada para os pontos de fixação
- > Conferência de alinhamento, nível e prumo dos pontos de fixação das placas de rocha na fachada
- > Impermeabilização e pintura da estrutura ou trechos de alvenaria ou outro tipo de vedação, se for o caso
- > Instalação dos chumbadores e dos dispositivos de fixação à estrutura e paredes
- > No caso de assentamento com argamassa, preparar o suporte com chapisco ou apicoamento para receber a tela e a argamassa
- > Adequar o prumo das placas de rocha, mediante ajustes nos dispositivos de fixação e colocação das placas
- > No caso de assentamento com argamassa, fixar a tela metálica com chumbadores, colocar as placas e preencher com argamassa
- > Aplicação de selante, no caso da colocação com dispositivos de fixação
- > Aplicação de rejunte, no caso de assentamento com argamassa
- > Limpeza final

# Instalação de fachada com placas de rocha

## ESPECIFICAÇÃO DOS PRODUTOS

Placas de rocha, dispositivos de fixação, telas, argamassas, acessórios, rejuntas, selantes e produtos de limpeza.

## DADOS DE PROJETO

Para atender às necessidades da produção, o projeto deve contemplar:

- > Projetos arquitetônico e da fachada.
- > Vistas das fachadas a serem revestidas, com a distribuição das placas e a posição dos dispositivos de fixação, ou dos chumbadores das telas e sua distribuição, no caso de assentamento com argamassa.
- > Especificação das placas de rocha – incluindo defeitos e diferenças de cor e textura aceitáveis –, dos dispositivos de fixação, da argamassa, do selante, das telas e demais acessórios necessários.
- > Detalhes típicos de singularidades presentes nas fachadas e das interfaces da fachada com outros componentes construtivos, incluindo juntas entre placas de rocha e juntas de movimentação.
- > Detalhes construtivos dos encaixes, ranhuras e furos das placas de rocha, componentes metálicos, fixações ao suporte, entre outros.
- > Tolerância máxima permitida para desvios de prumo e planeza do revestimento com placas de rocha.
- > Roteiro e periodicidade para a realização de inspeções na fase de uso e manutenção, abrangendo o estado das placas de rocha, o estado dos selantes, os indícios de corrosão dos componentes metálicos, a verificação da aderência na argamassa, estado de telas e fixadores, com recomendações de manutenção para garantia da vida útil de projeto.
- > Quantificação de todos os componentes, inclusive acessórios.
- > Seqüência executiva.
- > Acabamentos.
- > Especificação de limpeza.

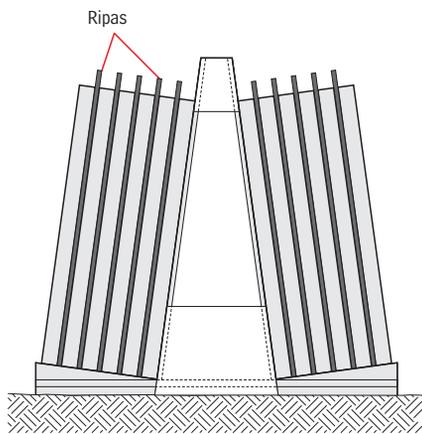
Fonte: Revestimento de granito com insertes metálicos, *Téchne* 106 jan/2006.

## DIRETRIZES PARA EXECUÇÃO DO SERVIÇO

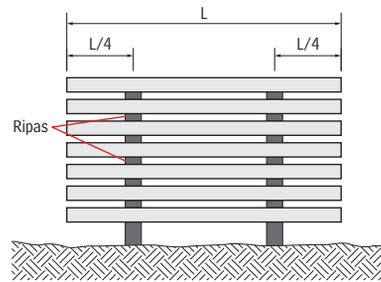
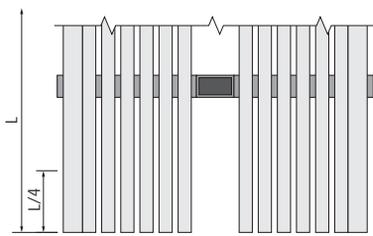
A instalação das placas é feita geralmente por empresas especializadas, mediante contrato com a construtora.

Caberá a construtora:

- > Disponibilizar o local para estocagem dos componentes e fornecer equipamentos de transporte vertical, além de realizar o planejamento executivo da obra, prevendo a instalação das placas, a preparação e solução de todas as interfaces com os demais elementos construtivos e instalações.
  - > Trabalhar em estreita colaboração com o instalador das placas, principalmente no início dos trabalhos, nas fases de posicionamento e fixação dos componentes de ligação da fachada ao corpo do edifício (dispositivos de fixação), nivelamento, alinhamento e prumo.
  - > A fiscalização dos serviços, mediante aplicação de lista de verificação elaborada com base no projeto. Há duas formas usuais de colocação das placas de rocha. A definição de qual forma adotar depende do local de uso e da altura:
    - > Placas colocadas apenas com argamassa restringem-se aos revestimentos internos com altura de até 2 m;
    - > Para interiores com altura superior a 2 m e para exteriores (fachadas) com altura de até 15 m, as placas podem ser colocadas com argamassa, porém com a utilização de grampos, fixados nas placas com auxílio de furos ou ranhuras para a fixação mecânica, e emprego de telas eletrossoldadas ancoradas ao suporte e imersas na argamassa, para fixação dos grampos. Empregar, preferencialmente, telas galvanizadas;
    - > Para alturas acima de 15 m é recomendável a colocação por meio dos dispositivos metálicos de fixação.
- Nota: conforme *Téchne* 106, de janeiro de 2006, “Revestimentos de granito com insertes metálicos”, o mercado adota os dispositivos ou insertes metálicos a partir de 2 m de altura, pois a instalação é mais



Armazenamento das placas de rocha apoiadas em estrutura de madeira em forma de "A"



Armazenamento horizontal das placas de rocha

rápida e racionalizada. Além desse aspecto, o sistema é dimensionado de forma mais racional e, com o uso dos insertes, não há preocupação com a eflorescência que pode ocorrer a partir da argamassa.

### MANUSEIO E ESTOCAGEM DAS PLACAS DE ROCHA (NBR 13708:1996)

As placas devem ser estocadas em áreas cobertas, próximas dos locais onde serão instaladas. Precisam estar apoiadas em uma de suas bordas em caibros ou sarrafos de madeira e ficarem encostadas em estruturas apoiadas em forma de "A", separadas por ripas. As placas também podem ser apoiadas na horizontal, com as ripas colocadas na mesma posição.

Os dispositivos de fixação devem ser estocados em locais cobertos que garantam as suas características originais.

### FIXAÇÃO

#### Fixação das placas de rocha com dispositivos metálicos

Durante a execução de fachadas com placas de rocha fixadas com dispositivos metálicos, pode ser feita a impermeabilização das estruturas de concreto armado, conforme especificado em projeto. A fixação dos dispositivos metálicos no suporte, com uso de chumbadores de expansão, deve seguir as recomendações de projeto e dos fabricantes dos chumbadores. Adotar, preferencialmente, chumbadores de aço inoxidável.

Para a fixação de grapas no suporte:

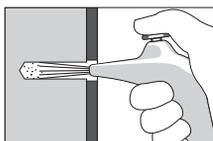
1. Os furos devem ser cilíndricos ou tronco-cônicos, com dimensões largas o suficiente para o chumbamento da grapa e profundidade suficiente para que a mesma fique com 8 cm, no mínimo, dentro do suporte;
2. O furo deve estar limpo, sem poeira; caso seja usada argamassa de cimento, o furo deve ser molhado em abundância, sem água na superfície;
3. A grapa deve ser posicionada e chumbada com argamassa conforme especificada no projeto do revestimento; seu chumbamento deve ser feito em etapas, com adensamento para ter o menor volume possível de vazios;
4. A grapa só poderá receber os esforços transmitidos pela placa após a argamassa atingir a resistência mínima compatível.

Nas fixações dos dispositivos nas placas de rocha:

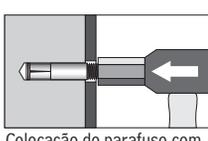
1. Os furos e ranhuras das placas, para acoplamento nos dispositivos de fixação, devem ter diâmetro ou largura 1 mm superior ao diâmetro do pino ou largura dos perfis a serem introduzidos nas placas;
2. A profundidade de furos ou ranhuras deve garantir uma folga de 5 mm entre o topo do pino ou perfil e o fundo do furo ou ranhura;
3. Os pinos e perfis devem se encaixar sem dificuldade nos furos ou ranhuras feitos nas placas.



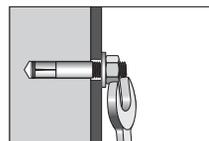
Execução do furo com broca



Limpeza do furo



Colocação do parafuso com o auxílio de um rosqueador



Colocação da porca



Foto 1 – Furo no concreto e limpeza do furo



Foto 2 – Colocação do chumbador



Foto 3 – Colocação do inserte com chumbador de expansão



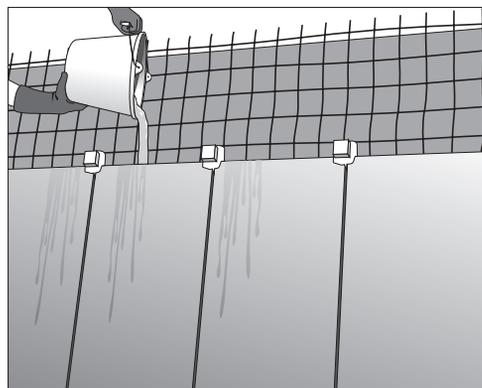
Foto 4 – Colocação da placa de rocha



Foto 5 – Ajuste fino



**Fixação da tela de aço**



**Lançamento de argamassa**

### **Fixação das placas de rocha com argamassa**

1. Marcar no suporte os locais de ancoragem da tela de aço (pontos de fixação dos grampos ou chumbadores);
2. Fazer furos cilíndricos ou tronco-cônicos no suporte;
3. Após a fixação da tela de aço ao suporte, posicionar as placas e fixá-las à tela, calçando-as de modo a não saírem de sua posição durante o enchimento com argamassa;
4. Para evitar o vazamento de argamassa, durante o preenchimento, vedar as juntas entre as placas – por exemplo, com gesso;
5. Se o dorso das placas de rocha for muito liso ou serrado a diamante, deve ser molhado, chapiscado ou ranhurado e o suporte bem molhado;
6. Preencher totalmente o espaço existente entre o suporte e o dorso da placa com a argamassa especificada no projeto de revestimento;
7. Fazer o enchimento em camadas de altura não superior a 20 cm;
8. Os respingos de argamassa aderidos nas placas devem ser limpos com pano úmido;
9. Em revestimentos de interiores, sem a tela de aço, a superfície do suporte deve ser preparada para melhorar a aderência da argamassa por meio de apicoamentos, chapiscos etc.

Fontes: NBR 13708:1996; “Como construir: Revestimentos verticais com placas de rocha” Revista Técnica 10 mai/jun – 1994 e “Revestimento de granito com insertos metálicos”, Revista Técnica 106 jan/2006.

### **JUNTAS (NBR 13708:1996)**

#### **Juntas de movimentação ou dilatação**

As faces laterais das juntas devem estar limpas e secas para a aplicação do primer ou selante. A NBR 13708 recomenda a aplicação de primer nas faces laterais das juntas para melhorar a aderência do selante, aplicado antes da secagem completa do primer.

As superfícies próximas à junta de movimentação devem ser protegidas com fita crepe ou similar, antes da aplicação do primer ou selante.

A aplicação do selante deve ser feita conforme as indicações constantes do projeto e recomendações do fabricante, evitando-se sua aderência ao fundo da junta e respeitando-se o fator de forma especificado em projeto.

#### **Juntas entre placas de rocha**

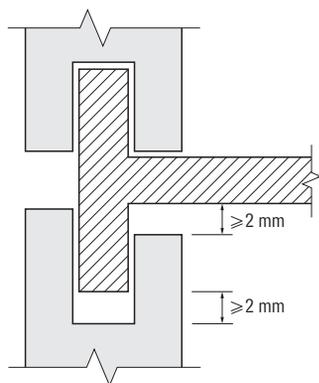
A posição das placas deve manter os espaçamentos especificados em projeto.

#### **Juntas entre placas colocadas com dispositivos de fixação**

A placa inferior deve garantir a livre movimentação no sentido vertical por meio de folgas, caso os dispositivos de fixação utilizados tenham as funções de retentor e sustentador.

Para o rejuntamento com selante:

1. As faces das juntas devem estar limpas e secas para a aplicação do selante;
2. As áreas das placas próximas à junta devem ser protegidas com fita crepe;
3. A aplicação do selante deve ser feita conforme as indicações de projeto e do fabricante.



**Folgas mínimas entre placa inferior e dispositivo de fixação**

### **Juntas entre placas colocadas com argamassa**

Durante o assentamento das placas com argamassa, deve-se tomar cuidado para que os últimos 2 mm ou 3 mm em relação à superfície do revestimento estejam vazios para que sejam preenchidos posteriormente com pasta de rejuntamento.

### **PROTEÇÃO DA FACHADA DURANTE A EXECUÇÃO**

Quando da interrupção da execução da fachada, no caso da fiada seguinte não ser executada no mesmo dia ou no caso de chuvas, é recomendado proteger a fachada já executada com manta plástica fixada no suporte com grampos metálicos e fita adesiva.

A borda da placa deve ser envolvida para evitar a entrada de água nos furos e rasgos das placas e entre o suporte e a camada de acabamento.

Fontes: “Como construir: Revestimentos verticais com placas de rocha”. Revista Técnica 10 mai/jun – 1994.

### **FORMA DE PRESTAÇÃO DO SERVIÇO (GARANTIAS)**

Em geral, pode ser exigida ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) para os serviços executados. A empreitada pode ser somente para o serviço, com fornecimento de mão-de-obra e ferramentas necessárias, ou também incluir o fornecimento de materiais.

É importante que a contratante aplique listas de verificação na aceitação dos serviços antes de efetuar a liberação do pagamento, incluindo pelo menos os seguintes itens:

- > Verificação dos materiais entregue, considerando a qualidade das placas de rocha (limitação de defeitos, variações de cor e textura conforme projeto), a conformidade dos dispositivos de fixação e selantes e o traço da argamassa;
- > Desvios ou tolerâncias para marcação, nível, alinhamento, prumo e planicidade;
- > Desvios e tolerâncias para dispositivos de fixação;
- > Impermeabilização e vedação;
- > Interfaces com elementos construtivos;
- > Fixação dos dispositivos (insertes) ou da tela metálica quando do assentamento com argamassa;
- > Juntas de movimentação, obedecendo à previsão do projeto, particularmente aquelas que acompanham as juntas na estrutura do edifício e no suporte (paredes);
- > Juntas entre placas, incluindo fator de forma da junta, tipo de selante, proteção das bordas das placas de rocha e acabamento do selante;
- > Ajustes e arremates;
- > Limpeza final.

Pode ser feita retenção, em geral de 5% do valor do contrato, incluindo materiais e mão-de-obra, de cada medição, a ser paga posteriormente, normalmente 30 dias após a entrega e aceitação de todos os serviços contratados. O valor poderá ser usado para eventuais correções de falhas verificadas ou até mesmo para alguma despesa administrativa não paga e de responsabilidade do empreiteiro.

### **FORMA DE PAGAMENTO**

Os pagamentos ou medições são feitos conforme contrato entre a empresa contratante e a contratada. As medições e pagamentos normalmente são feitos mensalmente.

### **PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA**

O livro NR-18 Manual de Aplicação, de abril de 1999, escrito por José Carlos de Arruda Sampaio, publicado pela Editora PINI, caracteriza o trabalho de instalação de fachadas como um serviço de cuidados simples no que diz respeito ao uso de ferramentas.

O início dos serviços de instalação da fachada deve ser precedido das proteções, evitando, dessa forma, a queda de pessoas ou materiais.

O uso de EPI's faz-se necessário quando da execução de serviços como uso do cinturão de segurança tipo pára-quedista.

Quando do içamento dos componentes, principalmente placas de rocha, este deve ser feito por equipamentos, como guias ou elevadores e carrinhos. Em qualquer situação, a carga máxima suportada pelo equipamento tem de ser respeitada, além de serem tomadas todas as cautelas necessárias para que não haja quedas de materiais. As massas dos componentes devem constar do projeto.

Além dos já citados, veja relação dos equipamentos de proteção coletiva necessários :

- > Bandejas primárias e secundárias
- > Cancelas para bloqueio de circulação
- > Tela de proteção para fachadas
- > Telas de proteção do andar

### **FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS PARA A EXECUÇÃO DO SERVIÇO**

- > Alicates (bico, pressão)
- > Andaime
- > Balancim
- > Brocas (aço rápido e vídia)
- > Brocha ou trincha
- > Chave hexagonal (de boca)
- > Esquadro de alumínio
- > Furadeira elétrica
- > Gambiarra para iluminação
- > Jogo de chaves de fenda
- > Lápis de carpinteiro
- > Linha de pedreiro
- > Martelo de borracha
- > Nível de mangueira
- > Prumo
- > Régua de alumínio de 2 m
- > Serra diamantada
- > Torquês
- > Trena

## RELAÇÃO DE EPI'S UTILIZADOS

- > Bota de segurança com bico de aço
- > Capacete de segurança
- > Cinto de segurança com trava-quedas (preso em cabo de aço ou corda de segurança auxiliar)
- > Luva de proteção (vinílica, de raspa)
- > Óculos de segurança
- > Protetor auricular
- > Máscara de proteção para aplicação de selantes

## CONTROLE E ACEITAÇÃO DO SERVIÇO

O controle deve ser feito conforme previsto em projeto e lista de verificação organizada pela construtora, com a definição das tolerâncias tanto para os materiais quanto para a execução. A qualquer momento podem ser solicitados ensaios, se houver necessidade, principalmente para placas de rocha e dispositivos de fixação galvanizados. Na especificação da placa de rocha e na sua definição para fornecimento, é possível caracterizá-la do ponto de vista tecnológico, incluindo o reconhecimento da rocha e a definição do padrão, sendo esse padrão utilizado para o recebimento das placas de rocha na obra.

O revestimento ou partes que não atenderem ao projeto são rejeitados e devem ser refeitos, sendo submetidos à nova inspeção. O serviço é aceito provisoriamente por partes e, em definitivo, somente após a conclusão de todos os serviços de revestimento, incluindo limpeza final.

## MANUTENÇÃO

Com base nas previsões de manutenção advindas do projeto, são realizadas inspeções periódicas na fachada, verificando, basicamente os seguintes itens:

- > Estado de conservação dos selantes, considerando seu aspecto superficial (fissuras e partes soltas), aderência às placas de rocha, descolamento etc.;
- > Indícios de corrosão em partes metálicas dos dispositivos de fixação;
- > Perda de aderência ou descolamento das placas de rocha;
- > Degradação acentuada da placa de rocha, presença de fissuras, perda de apoio nos dispositivos de fixação etc.;
- > Outras ocorrências consideradas atípicas no revestimento.

O diagnóstico do estado de conservação da fachada, em particular das placas de rocha, pode ser feito por empresas ou laboratórios especializados.

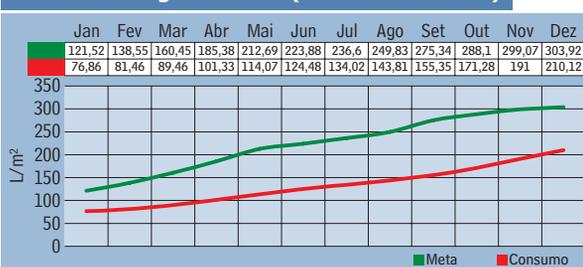
Devem ser evitados produtos ácidos para limpeza das rochas, pois são agressivos, principalmente quando a superfície é polida e a rocha é escura. O uso de sabão também pode tirar eventuais proteções existentes na superfície de placas polidas, como ceras e vernizes. Para rochas macias, como mármore, a agressão pode ocorrer em camadas mais profundas que no granito. As informações prévias sobre a alterabilidade das placas de rocha relativamente a produtos de limpeza usuais podem ser definidas a partir de ensaios. A partir desse conhecimento podem ser indicados os produtos de limpeza mais adequados para um determinado tipo de rocha. Sempre que possível, fazer a limpeza com água e detergente neutro.

## ÁGUA E ENERGIA

Não é comum a apropriação do consumo de água e energia elétrica. Entretanto, é importante a verificação do perfil de consumo para cada obra ou serviço, do ponto de vista da sustentabilidade da construção.

Abaixo são apresentados os dados de consumo de água e energia elétrica para uma determinada obra. Entretanto, são referentes à obra em geral e não especificamente às fachadas com placas de rocha.

Consumo de água na obra (acumulado – 2007)



Fonte: Construtora Setin, fev/2008.

Consumo de energia na obra (acumulado – 2007)



## Normas técnicas diretamente relacionadas

NORMA	ÚLTIMA ATUALIZAÇÃO	DESCRIÇÃO	TIPO
NBR 13707	01/07/1996	Projeto de Revestimento de Paredes e Estruturas com Placas de Rocha	Procedimento
NBR 13708	01/07/1996	Execução e Inspeção de Revestimento de Paredes e Estruturas com Placas de Rocha	Procedimento

## PREÇOS MÉDIOS DO SERVIÇO

### Preços de material e mão-de-obra para fixação com argamassa (R\$)

Serviço de colocação de placas de rocha em paredes, na espessura de 2 cm

MATERIAL	UN	EQUIPE TERCEIRIZADA (R\$)								
		SP	RJ	DF	PR	SC	RS	PE	CE	
Granito Cinza Andorinha	m <sup>2</sup>	162,50	150,50	125,00	140,00	198,00	257,50	160,00	110,00	
Granito Cinza Mauá	m <sup>2</sup>	250,00	170,00	-	150,00	190,00	255,00	180,00	120,00	
Granito Juparaná	m <sup>2</sup>	165,00	135,00	112,00	150,00	325,00	305,00	-	200,00	
Granito Preto Tijuca	m <sup>2</sup>	350,00	-	110,00	195,00	326,00	410,00	242,50	180,00	
Mármore Branco Clássico ou Branco Espírito Santo	m <sup>2</sup>	335,00	205,00	122,50	-	214,50	305,00	156,00	-	
Mármore Branco Extra ou Branco Paraná	m <sup>2</sup>	420,00	680,00	-	200,00	527,50	355,00	360,00	-	
Mármore Travertino Nacional	m <sup>2</sup>	192,50	-	292,50	245,00	288,00	360,00	230,00	170,00	

Serviço de colocação de placas de rocha em paredes, na espessura de 3 cm

MATERIAL	UN	EQUIPE TERCEIRIZADA (R\$)								
		SP	RJ	DF	PR	SC	RS	PE	CE	
Granito Cinza Andorinha	m <sup>2</sup>	227,50	210,70	175,00	196,00	277,20	360,50	224,00	154,00	
Granito Cinza Mauá	m <sup>2</sup>	350,00	238,00	-	210,00	266,00	357,00	252,00	168,00	
Granito Juparaná	m <sup>2</sup>	231,00	189,00	156,80	210,00	455,00	427,00	-	280,00	
Granito Preto Tijuca	m <sup>2</sup>	490,00	-	154,00	273,00	456,40	574,00	339,50	252,00	
Mármore Branco Clássico ou Branco Espírito Santo	m <sup>2</sup>	469,00	287,00	171,50	-	300,30	427,00	218,40	-	
Mármore Branco Extra ou Branco Paraná	m <sup>2</sup>	588,00	952,00	-	280,00	738,50	497,00	504,00	-	
Mármore Travertino Nacional	m <sup>2</sup>	269,50	-	409,50	343,00	403,20	504,00	322,00	238,00	

Dados referenciais, data-base fev/2008, considerando placas de 40 cm x 40 cm x 2 cm, sendo a argamassa fornecida pelo contratante. No caso de placas de rocha com 3 cm de espessura, considerar um acréscimo de preço da ordem de 40%.

### Preços de material e mão-de-obra para fixação com insertes metálicos (R\$)

Serviço de colocação de placas de rocha em paredes, na espessura de 2 cm

MATERIAL	UN	EQUIPE TERCEIRIZADA (R\$)								
		SP	RJ	DF	PR	SC	RS	PE	CE	
Granito Cinza Andorinha	m <sup>2</sup>	182,50	180,50	160,00	170,00	198,00	262,50	190,00	120,00	
Granito Cinza Mauá	m <sup>2</sup>	270,00	200,00	-	180,00	190,00	260,00	210,00	130,00	
Granito Juparaná	m <sup>2</sup>	185,00	165,00	147,00	180,00	325,00	310,00	-	210,00	
Granito Preto Tijuca	m <sup>2</sup>	370,00	-	145,00	225,00	326,00	415,00	272,50	190,00	
Mármore Branco Clássico ou Branco Espírito Santo	m <sup>2</sup>	355,00	235,00	157,50	-	214,50	310,00	186,00	-	
Mármore Branco Extra ou Branco Paraná	m <sup>2</sup>	440,00	710,00	-	230,00	527,50	360,00	390,00	-	
Mármore Travertino Nacional	m <sup>2</sup>	212,50	-	327,50	322,50	288,00	365,00	260,00	180,00	

Serviço de colocação de placas de rocha em paredes, na espessura de 3 cm

MATERIAL	UN	EQUIPE TERCEIRIZADA (R\$)								
		SP	RJ	DF	PR	SC	RS	PE	CE	
Granito Cinza Andorinha	m <sup>2</sup>	255,50	252,70	224,00	238,00	277,20	367,50	266,00	168,00	
Granito Cinza Mauá	m <sup>2</sup>	378,00	280,00	-	252,00	266,00	364,00	294,00	182,00	
Granito Juparaná	m <sup>2</sup>	259,00	231,00	205,80	252,00	455,00	434,00	-	294,00	
Granito Preto Tijuca	m <sup>2</sup>	518,00	-	203,00	315,00	456,40	581,00	381,50	266,00	
Mármore Branco Clássico ou Branco Espírito Santo	m <sup>2</sup>	497,00	329,00	220,50	-	300,30	434,00	260,40	-	
Mármore Branco Extra ou Branco Paraná	m <sup>2</sup>	616,00	994,00	-	322,00	738,50	504,00	546,00	-	
Mármore Travertino Nacional	m <sup>2</sup>	297,50	-	458,50	451,50	403,20	511,00	364,00	252,00	

Dados referenciais, data-base fev/2008, considerando placas com 40 cm x 40 cm x 2 cm, sendo os insertes fornecidos pelo contratante. No caso de placas com 3 cm de espessura, considerar um acréscimo da ordem de 40%.