

**Sumário**

Página

Prefácio .....	iv
1 Escopo .....	1
2 Referências normativas .....	1
3 Elaboração de projetos .....	1
4 Execução e inspeção .....	1
<b>Anexo A (normativo) Projeto de revestimento de fachadas de edificações com placas de rocha fixadas por insertos metálicos .....</b>	<b>2</b>
A.1 Condições gerais .....	2
A.1.1 Rochas .....	2
A.1.2 Projeto .....	2
A.2 Solicitações .....	3
A.3 Condições específicas .....	4
A.3.1 Sistema placa-insertos .....	4
A.3.2 Concepção e dimensionamento .....	5
A.3.2.1 Placas .....	5
A.3.2.2 Insertos .....	5
A.3.3 Juntas .....	6
A.4 Materiais e componentes .....	7
A.4.1 Placas .....	7
A.4.2 Insertos .....	7
<b>Anexo B (normativo) Execução e inspeção de revestimento de fachadas de edificações com placas de rocha fixadas por insertos metálicos .....</b>	<b>8</b>
B.1 Execução .....	8
B.2 Manuseio e estocagem de materiais e componentes .....	8
B.3 Proteção dos revestimentos .....	10
B.4 Condições específicas .....	10
B.4.1 Fixação .....	10
B.4.1.1 Fixação no suporte .....	10
B.4.1.2 Fixação nas placas .....	10
B.4.2 Juntas .....	10
B.4.3 Tolerâncias .....	11
B.5 Inspeção .....	11
B.6 Aceitação e rejeição .....	11
<b>Figuras</b>	
Figura A.1 — Funções dos insertos em placas de rochas (sustentação e retenção) .....	5
Figura B.1 — Esquema de armazenagem das placas de rocha apoiadas em estrutura de madeira em forma de "A" .....	9
Figura B.2 — Esquema de armazenagem das placas de rocha dispostas na horizontal .....	9
Figura B.3 — Folgas mínimas entre a placa inferior e o dispositivo de fixação .....	11

## **Rochas para revestimento – Projeto, execução e inspeção de revestimento de fachadas de edificações com placas fixadas por insertos metálicos**

### **1 Escopo**

Esta Norma estabelece orientações para elaboração de projeto, execução e fiscalização de revestimento de fachadas com placas de rochas por meio de insertos metálicos.

Esta Norma aplica-se a granitos conforme definido na ABNT NBR 15012.

### **2 Referências normativas**

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

NR 18, Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção – Norma Reguladora

ABNT NBR 5601, Aços inoxidáveis – Classificação por composição química – Padronização

ABNT NBR 6123, Forças devido ao vento em edificações – Procedimento

ABNT NBR 11675, Divisórias leves internas moduladas – Verificação da resistência a impacto – Método de ensaio

ABNT NBR 14827, Chumbadores instalados em elementos de concreto ou alvenaria – Determinação de resistência à tração e ao cisalhamento – Método de ensaio

ABNT NBR 15012, Rochas para revestimentos – Terminologia

ABNT NBR 15844, Rochas para revestimento – Requisitos para granitos

ABNT NBR 15845, Rochas para revestimento – Métodos de ensaio

ABNT NBR NM 133, Classificação, designação e composição química de aços inoxidáveis – Padronização

### **3 Elaboração de projetos**

Os requisitos necessários para elaboração de projetos de revestimento de fachadas estão dispostos no Anexo A.

### **4 Execução e inspeção**

As orientações para execução e inspeção de revestimento de fachadas estão dispostas no Anexo B.

## **Anexo A** (normativo)

### **Projeto de revestimento de fachadas de edificações com placas de rocha fixadas por insertos metálicos**

#### **A.1 Condições gerais**

##### **A.1.1 Rochas**

**A.1.1.1** Para a seleção da rocha utilizável na fachada, o projetista deve:

- a) conhecer as características estéticas da rocha;
- b) estabelecer faixa de tolerância para as variações estéticas da rocha quanto à estrutura, textura, cor, presença de veios e outras características relevantes;
- c) conhecer as características mineralógicas e petrográficas que eventualmente possam influenciar a durabilidade da rocha, tais como microfissuras, estado de alteração dos minerais, presença de minerais alteráveis etc., conforme ABNT NBR 15845, Anexo A;
- d) dispor dos valores das propriedades físicas e físico-mecânicas da rocha, conforme ABNT NBR 15845;
- e) considerar a possibilidade da placa de rocha sujeitar-se ao processo de acabamento de superfície desejado (polido, flamejado, apicoado etc.);
- f) considerar a possibilidade de alterações na aparência do acabamento da superfície por agentes da poluição atmosférica e das intempéries;
- g) assegurar que haja fornecimento das placas da rocha selecionada em quantidade suficiente para atender às necessidades da obra e ao cronograma estabelecido;
- h) o material selecionado deve ser definido em comum acordo entre o fornecedor e o comprador, conforme os requisitos da ABNT NBR 15844.

NOTA Valores referenciais das propriedades dos granitos são fornecidos na ABNT NBR 15844.

##### **A.1.2 Projeto**

**A.1.2.1** O projeto de revestimento com placas de rocha deve abranger:

- a) avaliação das características da obra quanto aos esforços atuantes, tais como pressões de vento (positiva e negativa), para melhor adequar a dimensão das placas à sua capacidade de resistência a esses esforços,
- b) plantas, cortes e vistas dos suportes a serem revestidos, com apresentação da distribuição das placas, e a indicação dos insertos a serem empregados, em escala conveniente;

- c) detalhes construtivos quanto aos encaixes, ranhuras ou furação nas placas, insertos, juntas de dilatação, tipos de fixações ao suporte etc.;
- d) memorial descritivo com especificação dos materiais e serviços;
- e) tolerância máxima permitida para os desvios de prumo, esquadro e planicidade do revestimento;
- f) ressalvas quanto à segurança e durabilidade do revestimento, no que toca à introdução de eventuais sobrecargas e a alterações por agentes químicos e atmosféricos.

**A.1.2.2** O projeto deve apresentar a periodicidade e um roteiro para a realização das inspeções, para após a conclusão dos serviços, que abranja verificar:

- a) selantes (quando houver) quanto à continuidade, adesão às superfícies das juntas, coesão e presença de fissuras;
- b) eventual surgimento de corrosão dos insertos;
- c) eventual deslocamento de placas;
- d) outros aspectos relevantes para a integridade do revestimento.

NOTA As inspeções serão de responsabilidade do proprietário da edificação, conforme o roteiro e a periodicidade estabelecida no projeto.

## A.2 Solicitações

**A.2.1** As placas de rocha, assim como seus insertos, estão sujeitos às solicitações de A.2.1.1 a A.2.1.3.

**A.2.1.1** Cargas paralelas ao plano das placas:

- a) peso próprio das placas;
- b) peso próprio de eventual camada de isolamento térmica.

**A.2.1.2** Cargas perpendiculares ao plano das placas:

- a) ação de ventos (pressões positivas e negativas);
- b) pressões internas;
- c) impactos acidentais;
- d) peso próprio das placas quando colocadas na horizontal.

**A.2.1.3** Solicitações devidas ao movimento relativo do substrato do revestimento:

- a) deformações devidas a variações higrotérmicas;
- b) deformações permanentes devidas à retração e à deformação lenta do concreto;
- c) deformações permanentes devidas à movimentação das estruturas metálicas e em alvenaria.

NOTA Sob ação do vento, as placas trabalham à flexão. Dependendo da extensão do contato dos insertos com a placa, esses apoios serão ou não considerados pontuais. As placas são também submetidas a esforços de punção e de cisalhamento que tendem a lascas a rocha nas regiões onde se instalam os insertos.



**A.2.2** Os esforços devidos ao vento (pressões positivas e negativas) devem ser calculados de acordo com a ABNT NBR 6123.

**A.2.3** Considerar que as placas de revestimento fixadas até a altura de 1,5 m do nível do piso devem resistir a choques de corpo duro com energia de 3 J e choques de corpo mole com energia de 400 J, sem que ocorram danos de qualquer espécie. Os procedimentos para verificação ficam a cargo do projetista, com referência às diretrizes da ABNT NBR 15845, Anexo H, e da ABNT NBR 11675, respectivamente.

**A.2.4** Considerar o valor do coeficiente de dilatação térmica da rocha, determinado conforme ABNT NBR 15845, Anexo C, no cálculo das deformações entre o suporte e o revestimento, além do dimensionamento do espaço entre placas.

**A.2.5** O projetista deve considerar as deformações devidas à retração e à deformação lenta do concreto, passíveis de ocorrerem após a execução do revestimento.

**A.2.6** Fica a critério do projetista a utilização de materiais e técnicas para proteção do suporte contra ações intempéricas.

### **A.3 Condições específicas**

#### **A.3.1 Sistema placa-insertos**

**A.3.1.1** As placas de revestimento estão submetidas às solicitações previstas em A.2 e a sua estabilidade é conseguida pelos insertos, desde que bem fixados no suporte e que tenham liberdade de movimentação, dada por uma adequada distribuição destes nas placas conforme critérios de projeto.

**A.3.1.2** Os insertos são geralmente constituídos de três partes (em uma só peça ou não) com as seguintes características e funções:

- a) uma parte a ser fixada no suporte (dos tipos parafuso, "chumbador", "passante" etc.);
- b) uma parte constituída por barra, por cantoneira ou por 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.

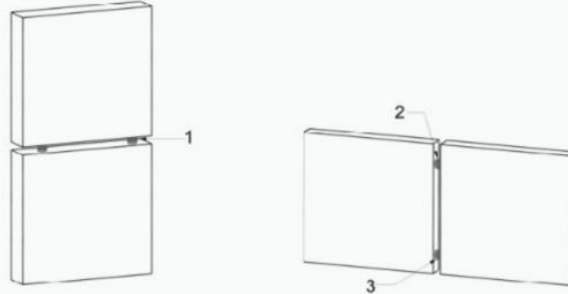
**NOTA** Quando o desaprumo do suporte for maior que o limite de regulagem do inserto, pode ser utilizado um novo dispositivo metálico, ou uma estrutura, adequadamente projetados para a sua compensação.

**A.3.1.3** Os insertos podem ser dos tipos:

- a) sustentadores: responsáveis pela sustentação do peso próprio das placas e outras eventuais ações verticais;
- b) retentores: responsáveis por impedir o tombamento das placas, devido às ações perpendiculares a estas.

**A.3.1.4** Um mesmo tipo de inserto pode ter função de sustentar, reter e ou exercer estas funções concomitantemente, conforme Figura A.1.

**A.3.1.5** As ações verticais são normalmente transmitidas para os insertos sustentadores, colocados geralmente na parte inferior da placa. Outros dois insertos, retentores, são posicionados nas bordas laterais da placa, próximos ao seu topo, ou na própria borda superior da placa.



**Legenda:**

- 1 Sustentação da placa superior e retenção da inferior
- 2 Retenção de duas placas
- 3 Sustentação de duas placas

**Figura A.1 — Funções dos insertos em placas de rochas (sustentação e retenção)**

**A.3.2 Concepção e dimensionamento**

**A.3.2.1 Placas**

**A.3.2.1.1** 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, de acordo com A.2.

**A.3.2.1.2** Adotar coeficiente de segurança de no mínimo três e proceder de acordo com o método de cálculo utilizado para estabelecer a espessura.

**A.3.2.2 Insertos**

**A.3.2.2.1** Os insertos devem ser concebidos de maneira a:

- a) resistirem aos esforços a que estarão submetidos, de acordo com A.2;
- b) permitirem a livre movimentação das placas, de forma que não sejam transmitidas tensões adicionais ao revestimento em função das movimentações higrótérmicas diferenciadas entre este e o suporte.

**A.3.2.2.2** Após terem sido estabelecidas as solicitações atuantes nas placas e conhecidas as características 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 por ensaio, em escala real e in loco, o conjunto inserto-chumbador-suporte, conforme ABNT NBR 14827;
- c) verificar por ensaio, em escala real, o conjunto placa-inserto, caso haja dúvida sobre o comportamento estrutural do conjunto.

**A.3.2.2.3** O dimensionamento dos dispositivos de fixação deve ser feito considerando-se as funções de sustentação e retenção.

**A.3.2.2.4** No dimensionamento dos insertos, deve ser adotado um coeficiente de segurança de no mínimo 2,5.

**A.3.2.2.5** Na verificação das características dos insertos, por meio de ensaios, devem ser consideradas:

- a) capacidade do suporte de resistir aos esforços, dos tipos arrancamento e momento de engastamento, transmitidos pelo inserto, conforme A.3.2.2.2 c);
- b) distância mínima dos pontos de fixação às extremidades do suporte (cantos), em função dos esforços aplicados e da natureza do suporte;
- c) deformabilidade de todo o inserto, quando a concepção do sistema de fixação das placas exigir que estas se movimentem livremente;
- d) capacidade de resistirem aos esforços transmitidos pelas placas.

**A.3.2.2.5.1** Em caso de insertos com regulagem, os ensaios devem ser conduzidos na condição mais favorável à ruptura.

**A.3.2.2.6** Os insertos devem ser suficientemente ajustáveis para que possam absorver os eventuais desvios de prumo e de planeza do suporte. Caso contrário, utilizar um extensor como descrito na nota de A.3.1.2.

**A.3.2.2.7** O projetista pode utilizar diferentes tipos de insertos, numa mesma obra, desde que sejam dimensionados em função das diversas cargas máximas passíveis de ocorrer, de modo a evitar uma inadequada utilização de diferentes insertos.

### **A.3.3 Juntas**

**A.3.3.1** Devem ser previstas juntas no revestimento que coincidam, em comprimento e largura, com as juntas de dilatação ou de movimentação existentes no suporte. Cabe ao projetista verificar, caso a caso, a necessidade de juntas de dilatação adicionais no revestimento.

**A.3.3.2** As juntas entre as placas devem ser suficientes para absorver as movimentações tanto do suporte como do revestimento. No caso de encontros das extremidades (horizontais ou verticais) do revestimento com quaisquer elementos distintos, que se projetem sobre estas e para além destas, é recomendável deixar um espaço conveniente entre estes.

**A.3.3.3** Vedação de juntas de dilatação com selante fica a cargo do projetista.

## A.4 Materiais e componentes

### A.4.1 Placas

**A.4.1.1** Considerando que as rochas apresentam, naturalmente, variações estéticas, diferenças de padrão (estrutura e coloração) podem ser aceitas, desde que de acordo com A.1.1.

**A.4.1.2** O projeto deve especificar as tolerâncias dimensionais admissíveis para as placas. Placas que apresentem imperfeições, que possam afetar a segurança e durabilidade, devem ser rejeitadas.

### A.4.2 Insertos

**A.4.2.1** Os insertos devem ser constituídos por ligas metálicas que possuam elevadas resistências mecânicas e à corrosão.

As ligas metálicas devem ser em aço inoxidável do tipo ABNT 304 (AISI 304), para atmosferas urbanas e indústrias isentas de cloretos, e ABNT 316 (AISI 316), para atmosferas urbanas, marítimas e industriais que contenham cloretos.

**A.4.2.1.1** Deve-se preferir a utilização de insertos de aço inoxidável, devido às suas características superiores de resistências mecânicas e à corrosão (em comparação com o aço-carbono galvanizado), ou de outros tipos de liga que apresentem características de resistência mecânica e de resistência à corrosão igual ou superiores às do aço inoxidável ABNT 316.

NOTA As características da ligas metálicas utilizáveis constam nas ABNT NBR 5601 e ABNT NBR NM 133.

**A.4.2.2** Deve-se evitar a associação de metais de natureza diferente, por haver possibilidade da ocorrência de corrosão por pares galvânicos. Em casos de necessidade de emprego de ligas metálicas de naturezas diferentes, sujeitas a esse fenômeno, deve-se isolá-las por meio de tratamentos das superfícies em contato e ou pela interposição de materiais orgânicos, ou equivalentes, de baixa porosidade e que tenham resistência mecânica compatível com os esforços a que estarão submetidos.

**A.4.2.3** As tolerâncias dimensionais dos insertos devem ser estabelecidas no projeto.



## Anexo B (normativo)

### Execução e inspeção de revestimento de fachadas de edificações com placas de rocha fixadas por insertos metálicos

#### B.1 Execução

**B.1.1** Os revestimentos de fachadas com placas de rocha devem ser executados em conformidade com o projeto arquitetônico e com o projeto executivo do revestimento, obedecendo-se a todas as disposições construtivas indicadas e empregando-se somente os materiais e componentes especificados.

**B.1.2** Antes do início da execução deve-se:

- a) proceder ao estudo detalhado do projeto do revestimento, conferir e verificar as interfaces deste com os outros subsistemas do edifício;
- b) elaborar um planejamento cuidadoso, abordando os aspectos relativos à produção, ao transporte, ao recebimento e ao armazenamento das placas, de modo a ter-se continuamente na obra placas suficientes e na seqüência em que serão instaladas;
- c) tomar todas as providências necessárias quanto ao atendimento à NR 18;
- d) verificar se os desvios de prumo e de planeza do suporte a ser revestido estão de acordo com os limites especificados em projeto.

#### B.2 Manuseio e estocagem de materiais e componentes

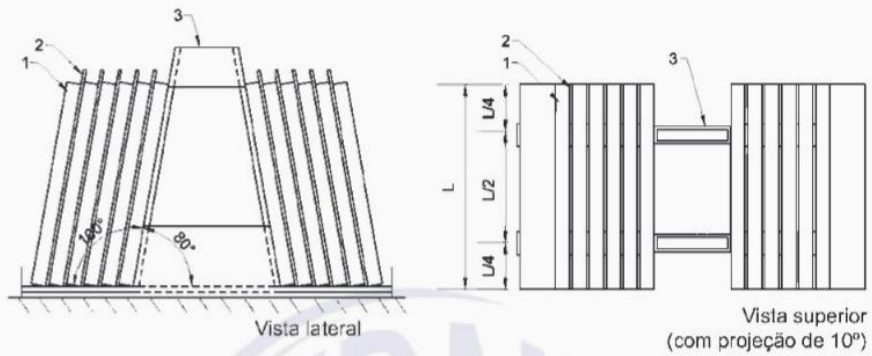
**B.2.1** No manuseio das placas, tanto na produção quanto no transporte para a obra e na própria obra durante a instalação, devem ser tomadas todas as precauções necessárias, a fim de evitarem-se danos.

**B.2.2** As placas devem ser, preferencialmente, armazenadas em áreas cobertas, acessíveis e exclusivas próximas dos locais onde serão instaladas.

**B.2.3** As placas, tanto as de grandes como as de pequenas dimensões, devem ter uma de suas bordas apoiadas em estruturas apropriadas em forma de "A" (Figura B.1), construídas em material não oxidável ou que liberem pigmentos. Deve-se garantir a separação das placas entre si por meio de ripas de material não oxidável. Pode-se, também, armazenar as placas na horizontal, conforme Figura B.2. Neste caso, para evitar danos às placas, deve-se garantir que as ripas sejam dispostas na mesma direção.

**B.2.3.1** Qualquer madeira em contato com as placas deve ser macia e não deve conter resinas e/ou essências que possam vir a manchar.

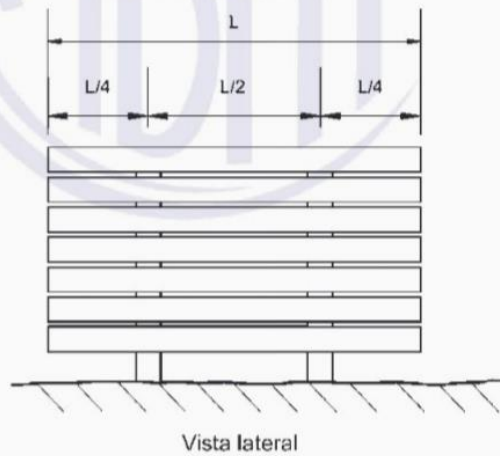
**B.2.4** Os insertos devem ser estocados em locais cobertos, acessíveis e exclusivos, de modo a garantir sua integridade física e suas características morfológicas originais.



**Legenda:**

- 1 Placa de rocha
- 2 Ripas de madeira ou material não oxidável
- 3 Estrutura de sustentação

**Figura B.1 — Esquema de armazenagem das placas de rocha apoiadas em estrutura de madeira em forma de "A"**



**Figura B.2 — Esquema de armazenagem das placas de rocha dispostas na horizontal**

### B.3 Proteção dos revestimentos

**B.3.1** Sempre que necessário, durante a fase de execução, os revestimentos devem ser cuidadosamente protegidos por meio de uma cobertura temporária (chapas de madeira não resinada ou outro material apropriado).

**B.3.1.1** Atenção especial deve ser dada aos cantos vivos em áreas sujeitas ao tráfego.

**B.3.2** Na execução de serviços nas partes mais altas da edificação, deve-se evitar que ocorra qualquer dano (respingos de argamassa, choques devido à queda de ferramentas etc.) nos revestimentos já concluídos das partes mais baixas.

### B.4 Condições específicas

#### B.4.1 Fixação

##### B.4.1.1 Fixação no suporte

**B.4.1.1.1** Quando os insertos forem fixados no suporte, devem ser seguidas todas as instruções do fabricante para estes quanto às condições de sua instalação.

##### B.4.1.2 Fixação nas placas

**B.4.1.2.1** Os furos e ranhuras feitos nas placas para acoplamento destas aos insertos de fixação devem ter diâmetro ou largura de, no mínimo, 1 mm superior ao diâmetro do pino ou à largura dos perfis a serem introduzidos nas mesmas.

**B.4.1.2.2** A profundidade dos furos ou das ranhuras deve ser tal que garanta uma folga de no mínimo 5 mm entre a extremidade do pino, ou do perfil, e o fundo do furo ou da ranhura.

**B.4.1.2.2** Os pinos e os perfis devem encaixar-se facilmente nos furos ou nas ranhuras feitos nas placas, para evitar concentração de tensões nestas.

#### B.4.2 Juntas

**B.4.2.1** As placas devem ser posicionadas de modo a manterem entre si os espaçamentos especificados em projeto.

**B.4.2.2** Nos casos onde são empregados insertos que tenham, simultaneamente, as funções de retentor e sustentador, deve-se garantir a livre movimentação entre as placas e os insertos, por meio de folgas, tal como indica a Figura B.3.

**B.4.2.3** Verificar se existe coincidência, em extensão e largura, das juntas do revestimento com as juntas do suporte.

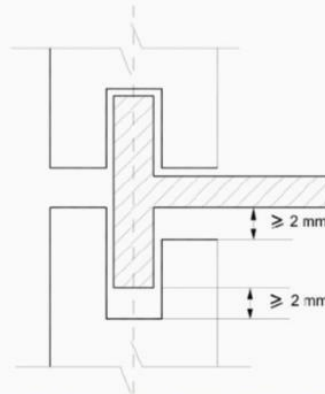


Figura B.3 — Folgas mínimas entre a placa inferior e o dispositivo de fixação

### B.4.3 Tolerâncias

A inspeção deve orientar-se pelos requisitos de tolerância estabelecidas no projeto, conforme A.1.2.1e).

## B.5 Inspeção

**B.5.1** A inspeção abrange o recebimento dos materiais e dos serviços de execução do revestimento.

**B.5.2** No recebimento dos materiais e componentes deve ser observado o seguinte:

- a) o controle de recebimento deve ser efetuado conforme indicações do projeto e/ou de acordo com as Normas indicadas em B.2;
- b) as placas devem ser inspecionadas pela fiscalização tomando-se como referência a amostra-padrão para verificação do atendimento ao padrão previamente definido entre as partes por ocasião da contratação dos serviços.

**B.5.3** A fiscalização pode, a qualquer momento, determinar a interrupção dos serviços, caso estes não estejam sendo executados de acordo com as prescrições desta Norma.

**B.5.4** Qualquer revestimento que atenda ao disposto nesta Norma deve ser recebido provisoriamente pela fiscalização.

## B.6 Aceitação e rejeição

**B.6.1** Qualquer revestimento de fachada que não atender ao que está disposto nesta Norma deve ser rejeitado.

**B.6.2** Qualquer revestimento refeito ou reparado deve ser submetido novamente à inspeção, que poderá aceitá-lo ou rejeitá-lo.

**B.6.3** O recebimento definitivo do revestimento deve ser feito quando do término geral da obra, desde que atenda ao que está disposto nesta Norma.