



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
Núcleo de Pesquisa em Construção

Florianópolis, 12 de setembro de 2005.

PARA
Tribunal Regional Eleitoral de Santa Catarina
A/C Sr. Rafael Alexandre Machado
Coordenador de Apoio Administrativo
Florianópolis - SC

Ref.: Parecer Técnico sobre revestimento de granito nas fachadas do edifício do TRE em Florianópolis

Prezado Senhor.

Venho, por meio desta, encaminhar *Parecer Técnico* sobre a situação do revestimento de granito aplicado nas fachadas do prédio do TRE localizado na Rua Esteves Júnior n.68, na cidade de Florianópolis (SC).

Além do diagnóstico do descolamento das peças, fazem parte do Parecer diversas recomendações a serem adotadas quando da reaplicação das placas pétreas, baseadas na normalização brasileira vigente e em técnicas classicamente recomendadas.

Coloco-me à sua inteira disposição para o esclarecimento de quaisquer dúvidas, no telefone 331-7094.

Atenciosamente,

HUMBERTO RAMOS ROMAN, Ph.D.
Professor ECV/UFSC



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
Núcleo de Pesquisa em Construção

PARECER TÉCNICO

DESCOLAMENTO DE REVESTIMENTO PÉTREO (GRANITO) DE FACHADA
PRÉDIO DO TRE - FLORIANÓPOLIS (SC)

Sumário	pg
1. Introdução/Histórico	1
2. Situação atual do revestimento de granito	1
3. DIAGNÓSTICO E PARECER	5
4. RECOMENDAÇÕES DE REPARO	6
4.1 Recolocação das placas de granito	7
4.2 Aplicação de revestimento de argamassa e pintura	8
4.2.1 Preparo da base	8
4.2.2 Aplicação da argamassa de emboço ou camada única	9
4.2.3 Aplicação de pintura	10
4.3 Aplicação de revestimento cerâmico	11
4.3.1 Preparo da argamassa colante	11
4.3.2 Aplicação das peças cerâmicas	13
4.3.3 Rejuntamento	14
4.3.4 Juntas de movimentação	14
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	17
Referências Bibliográficas	18



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Núcleo de Pesquisa em Construção

1. INTRODUÇÃO/HISTÓRICO

O objeto do presente Parecer Técnico é o revestimento de granito aplicado nas fachadas do prédio do Tribunal Regional Eleitoral localizado na Rua Esteves Júnior nº 68, na cidade de Florianópolis (SC).

Os objetivos deste Parecer Técnico são: (i) apontar as prováveis causas do descolamento de uma peça de granito da fachada, no último pavimento do edifício; e (ii) recomendar medidas de correção do problema.

A primeira visita no local aconteceu no dia 11 de agosto último, pela professora Denise Antunes da Silva, do Departamento de Engenharia Civil da UFSC, tendo sido acompanhada pelo Sr. Rafael Alexandre Machado, do TRE. O motivo da visita foi o descolamento e queda de uma peça de granito da fachada, aplicada no último pavimento da edificação. As observações visuais e informações verbais obtidas nessa ocasião embasaram a proposta de estudos formulada pela UFSC para diagnóstico do problema e indicação de alternativas de solução, enviada ao TRE no mesmo dia 11 de agosto.

O presente Parecer Técnico contém os seguintes tópicos:

- O parecer técnico propriamente dito, onde é apontada a causa do descolamento e queda da placa de granito, com base em observação no local.
- Descrição de procedimentos para aplicação de novo revestimento nas fachadas.

2. SITUAÇÃO ATUAL DO REVESTIMENTO DE GRANITO

As placas pétreas aplicadas nas fachadas do prédio em questão possuem comprimento em torno de 1,20 metros, largura variando entre 7 e 18 cm (dependendo do ponto de aplicação) e espessura de 18 mm, estando aplicadas em saliências verticais junto às esquadrias, que se prolongam por toda a altura da edificação, em suas quatro fachadas. Segundo informações obtidas no local, as peças foram aplicadas há cerca de um ano, quando foi realizada uma reforma das fachadas do edifício. Além da aplicação das peças de granito em detalhes junto às esquadrias, as fachadas receberam revestimento cerâmico na mesma ocasião.

A passagem de um ciclone extra tropical pela região de Florianópolis, no dia 09 de agosto último, propiciou a queda de uma placa de granito que estava fixada no último pavimento do edifício, na fachada voltada para o Sul. Ao atingir o nível do pavimento térreo, a peça colidiu com uma escada de concreto existente no local, fragmentando-se. A observação dos fragmentos e do local de onde a peça se desprendeu permitiu as seguintes constatações:

1. A peça apresentava, em seu dorso ou tardez (face posterior), pelo menos dois ganchos metálicos aplicados com auxílio de resina. A base química da resina não pôde ser determinada por observação visual. Da mesma forma, nada se pode afirmar quanto à resistência à corrosão dos ganchos metálicos aplicados nas peças. Os ganchos, feitos com arame de diâmetro de 2 mm, foram aplicados em formato “U” em ranhuras feita com auxílio de serra de disco, apresentando cada perna um comprimento livre de cerca de 6 cm. A Fotografia 1 a seguir mostra um dos fragmentos da peça descolada com o gancho aplicado em seu tardez.

2. Foram poucos os fragmentos de argamassa encontrados na região do pavimento térreo em que a peça se chocou. Praticamente não havia argamassa aderida ao tardo da peça, que apresentava apenas uma fina nata de cimento endurecida na sua superfície. A argamassa utilizada para a aplicação das placas assemelha-se, visualmente, às argamassas colantes normalmente empregadas para o assentamento de revestimentos cerâmicos.
3. A Fotografia 2 mostra a base de assentamento da peça que se despreendeu, tratando-se de uma argamassa de textura rugosa, com regiões apresentando coloração cinza claro, cinza escuro e rosada. Observa-se a existência de uma rachadura vertical. Devido à dificuldade de acesso, não foi possível determinar a causa da rachadura, mas sua aparência sugere corrosão de armadura presente na base ou descolamento de revestimento lateral. A fotografia mostra, nitidamente, a argamassa empregada para o assentamento da placa perpendicular ao plano da fachada, que ainda se encontrava aderida. Novamente, sua aparência sugere se tratar de argamassa colante, aplicada em espessura bastante pequena. A argamassa colante que servia de ponte de aderência à peça de granito descolada não foi encontrada na região, o que indica que a mesma descolou da base juntamente com a placa no dia da tempestade.
4. A partir da observação da peça contígua à que descolou, constatou-se que a distância média entre a placa pétreo e o suporte não é superior a 7 mm.



Fotografia 1 – Fragmento da placa descolada com gancho aplicado em seu tardo.



Fotografia 2 – Suporte da placa de granito desprendida.

Com o intuito de investigar a base de assentamento em local de acesso mais fácil, foi feita, no dia 1º de setembro último, a remoção de uma das placas localizada no pavimento térreo da edificação, na fachada Sul. As Fotografias 3 e 4 mostram a situação da peça removida: o tardoz apresenta ranhuras feitas com intuito de aumentar a aderência à argamassa. Ao contrário da peça descolada do último pavimento, esta não apresenta ganchos colados. Há apenas uma leve impregnação de argamassa na peça. De acordo com o funcionário do TRE que a removeu (Sr. Altair), bastou um pequeno esforço para que a peça se desprendesse totalmente da sua base, revelando o baixo grau de aderência.

Na mesma ocasião, com auxílio de talhadeira e marreta, foi feita uma pequena destruição na base, na tentativa de visualizar e avaliar, qualitativamente, as características do suporte das peças. Como mostrado nas Fotografias 5 e 6, a base é constituída pelas seguintes camadas:

1. Imediatamente atrás das peças de granito, em contato com o tardoz, há uma fina camada (não mais espessa do que poucos milímetros) da argamassa utilizada para a colagem. A mesma foi aplicada com auxílio de desempenadeira denteada, e apresenta características visuais que permitem concluir que se trata de uma argamassa industrializada do tipo colante, semelhante às empregadas para a aplicação de revestimentos cerâmicos. A argamassa é indicada pelo número 1 nas fotografias.

2. Por trás da camada de argamassa colante há uma outra camada de argamassa, de coloração mais clara e de baixa resistência mecânica, com espessura de cerca de 15 mm. Aparentemente, trata-se de uma argamassa tradicional de cimento, areia e cal hidratada ou aditivo químico, denominada aqui de argamassa de emboço, e indicada pelo número 2 nas fotografias.
3. Finalmente, ao fundo das camadas de argamassa, encontra-se um material resistente à ruptura com talhadeira, de coloração mais escura, provavelmente se tratando de uma argamassa forte ou, até mesmo, de concreto (número 3).



Fotografia 3 – Tardoz da peça de granito intencionalmente descolada do pavimento térreo do prédio, na fachada Sul.



Fotografia 4 – Base de assentamento da peça mostrada na Fotografia 3, mostrando a argamassa com cordões formados pela desempenadeira denteada.



Fotografia 5 – Detalhe da base mostrada na Fotografia 4, após pequena destruição, mostrando os diferentes constituintes: 1 – Argamassa de emboço; 2 – Argamassa colante; 3 – Base resistente (argamassa forte ou concreto)

Fotografia 6 – Detalhe de outra região da mesma base.

3. DIAGNÓSTICO E PARECER

Com base nas observações feitas no local, pode-se afirmar que a causa do descolamento da placa de granito está associada à forma incorreta de aplicação. A força do vento ocorrido no dia do descolamento, que precipitou o problema, exerceu uma tensão adicional à qual a fraca ligação da peça ao seu suporte não resistiu.

As normas brasileiras NBR 13707/1996 (“Projeto de revestimento de paredes e estruturas com placas de rocha – Procedimento”) e NBR 13708/1996 (“Execução e inspeção de revestimento de paredes e estruturas com placas de rocha”) fornecem as recomendações a serem seguidas por projetistas e construtores para execução de revestimentos verticais com placas pétreas. Os comentários críticos em relação à técnica executiva empregada no prédio do TRE, feitos a seguir, são embasados em um comparativo com as referidas normas.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Núcleo de Pesquisa em Construção

A utilização de argamassa para o assentamento de placas de granito é prevista pela normalização brasileira. Entretanto, seu emprego somente é recomendado até 15 (quinze) metros de altura em fachadas, ou seja, até uma altura equivalente a cinco pavimentos. Até esta altura, deve-se empregar, além da argamassa, ganchos ou grampos metálicos aderidos ao tardo das placas por meio de resina de base poliéster, de forma semelhante ao que foi observado na placa que se soltou do prédio do TRE. A norma brasileira estipula que as pontas destes ganchos devam ser amarradas a uma tela eletrossoldada previamente fixada com parafusos no suporte (alvenaria ou concreto armado). No prédio em questão, não foi observada a presença de tela no suporte, à qual as pontas dos ganchos pudessem ser amarradas.

No item 5.2.6, a NBR 13707 estipula que o espaço mínimo entre a placa e o suporte deve ser de 1 cm. Conforme já comentado, a espessura da camada de argamassa existente entre a placa descolada do prédio do TRE e o suporte era de, aproximadamente, 7 mm. Além disso, o mesmo item da norma determina que a argamassa empregada no preenchimento do espaço entre placa e suporte deve ter proporções de mistura de 1:3 (cimento:areia, em volume). O preenchimento deve ser feito por meio de escoamento da argamassa suficientemente fluida por trás das placas pétreas já aplicadas e fixadas por meio dos ganchos à tela eletrossoldada. A argamassa pode conter aditivos plastificantes que assegurem fluidez suficiente. No prédio em questão, a argamassa foi aplicada diretamente sobre o tardo e/ou sobre o suporte com auxílio de desempenadeira e, imediatamente após, as placas de granito, uma a uma, foram pressionadas contra a argamassa. A partir de observação visual, nada se pode afirmar sobre a composição da argamassa utilizada no assentamento das placas no prédio do TRE.

Acima de 15 metros de altura, a NBR 13707 recomenda, em seu item 5.2.3, que a fixação seja feita por meio de dispositivos metálicos, sem a utilização de argamassa. A recomendação se deve à intensificação das deformações dos prédios e das ações das intempéries na medida em que há aumento da altura. No prédio em questão, que apresenta 12 pavimentos, o que corresponde a, pelo menos, 36 metros de altura, essa recomendação foi ignorada.

Desta forma, não há como garantir a durabilidade das demais peças hoje existentes nas fachadas do prédio. Movimentações diferenciais causadas por variações de temperatura, umidade, ventos, cargas e deslocamento de fundações poderão ser suficientes para que, num futuro próximo, venham a precipitar o descolamento de mais peças.

4. RECOMENDAÇÕES DE REPARO

Tendo em vista o exposto no item anterior, recomenda-se a remoção de todas as peças de granito aplicadas nas fachadas do prédio do TRE. Esta recomendação foi feita ao Sr. Rafael Alexandre Machado (TRE), por e-mail, já no dia 01 de setembro último, tendo em vista a iminência de queda de outras peças em regiões em que circulam transeuntes e usuários do prédio.

Além da remoção das placas de granito, recomenda-se a remoção das duas camadas de argamassa existente imediatamente atrás das placas, indicadas pelos números 1 e 2 nas Fotografias 5 e 6 mostradas no item 2 deste Parecer Técnico.

Após a remoção das camadas de argamassa, a base de assentamento, indicada pelo número 3 nas mesmas fotografias, deverá ser inspecionada quanto à presença de fissuras e rachaduras. Caso sejam detectadas, deverá ser feita correção das mesmas previamente à



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Núcleo de Pesquisa em Construção

reaplicação das peças de granito ou de qualquer outro tipo de revestimento que venha a ser escolhido.

Após a retirada das duas camadas de argamassa e correção de eventuais problemas existentes na base de assentamento, uma das opções de reparo, apresentadas nos itens 4.1 a 4.3 a seguir, poderá ser adotada.

4.1 Recolocação das placas de granito

A recolocação das placas de granito nas fachadas do prédio do TRE deverá ser realizada de acordo com o disposto na norma NBR 13708/1996, e com base em projeto embasado na norma NBR 13707/1996.

As seguintes técnicas de aplicação de placas pétreas em fachadas são aceitáveis:

(i) de 0 a 3 metros de altura: utilização de argamassa com alto poder adesivo, sem o emprego de grampos no tardo da placa, que deve apresentar ranhuras feitas com disco de serra.

(ii) de 0 a 15 metros de altura: utilização de placas com ganchos inoxidáveis ou galvanizados aderidos a ranhuras no tardo, com as pontas presas em telas eletrossoldadas também inoxidáveis ou galvanizadas, presas por meio de parafusamento à base a ser revestida. A argamassa deverá ser fluida o suficiente para escoar por trás das placas pétreas previamente presas à tela.

(iii) de 0 a alturas superiores a 15 metros: utilização de dispositivos inoxidáveis para fixação das placas à base a ser revestida, deixando-se um espaço de alguns centímetros entre placa e base. Não há utilização de argamassa.

Tendo em vista a altura do prédio do TRE (superior a 35 metros) e os requisitos de durabilidade, recomenda-se a recolocação das placas de acordo com a técnica (iii) acima, ou seja, com aplicação de dispositivos metálicos ao longo de toda a altura da edificação, sem o emprego de argamassa. Um espaço de alguns centímetros, preenchido com ar, existirá entre as placas de granito e a superfície da base, caracterizando o que se chama de “fachada ventilada”.

Previamente à fixação dos dispositivos de fixação, a base deverá receber duas demãos de tinta betuminosa com fins de impermeabilização.

Os dispositivos de fixação devem ser constituídos por materiais que não sofram alterações ao longo do tempo. Os principais, listados no item 5.4.2.1 da NBR 13707, são o aço inoxidável, cobre e suas ligas, e aço carbono. Entretanto, devido à maior durabilidade, recomenda-se a utilização de aço inoxidável do tipo ABNT 316. A Figura 1 mostra alguns exemplos de dispositivos que podem ser empregados na fixação das placas de granito.

Os dispositivos deverão ser fixados à base por meio de chumbadores de expansão. As instruções do fabricante dos chumbadores para a aplicação devem ser rigorosamente seguidas (diâmetro e profundidade do furo, condições de instalação do chumbador, etc.). Recomenda-se a limpeza dos furos com ar comprimido após a furação, antes da colocação dos chumbadores.

Já as placas de granito deverão ser tratadas para receberem o acoplamento dos dispositivos metálicos. Ranhuras e perfurações poderão se fazer necessárias, dependendo do projeto. As dimensões das ranhuras e perfurações devem atender às especificações de projeto e ao disposto no item 5.1.2 da NBR 13708.

Deve haver uma folga entre as peças de granito, que deve ser indicada em projeto. O preenchimento deve ser feito com selante, cuja aplicação deve atender ao disposto no item 5.3.2 da NBR 13708. Além da coloração adequada, o selante deve ser resistente aos agentes atmosféricos, deve apresentar boa aderência com as placas de granito (que poderá ser melhorada por meio de utilização de primer), deve ser estanque ao ar e não causar manchas ou alterações nas placas de granito e dispositivos metálicos de fixação, e ser inerte a ação de produtos de limpeza. Por se tratarem de produtos orgânicos, a maioria dos selantes sofre degradação rápida frente à ação da radiação solar (radiação UV), impondo a necessidade de vistoria periódica para substituição de regiões fragilizadas. A periodicidade de inspeção deverá ser indicada pelo projetista ou pelo fabricante do selante.

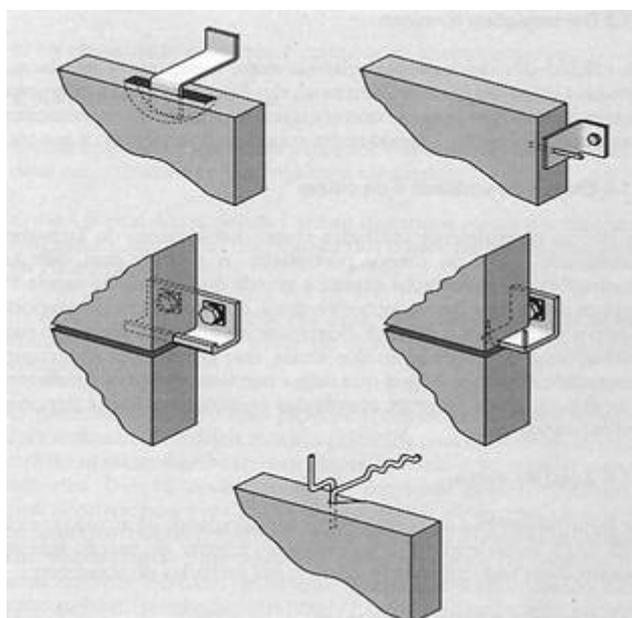


Figura 1 – Dispositivos metálicos para a fixação de placas de granito em fachadas (Fonte: Revista Técnica 10, pg.59).

4.2 Aplicação de revestimento de argamassa e pintura

Este se constitui o tipo de revestimento mais comum e de custo de execução mais baixo, comparativamente aos revestimentos com placas de granito ou com peças cerâmicas. Caso seja a opção do TRE para o reparo da região em torno das esquadrias, deverá ser realizada uma limpeza cuidadosa da base, seguida de aplicação de chapisco, de argamassa de emboço e, finalmente, de pintura. Os parágrafos a seguir descrevem, com maior nível de detalhamento, as atividades recomendadas.

4.2.1 Preparo da base

Após a remoção das camadas de argamassa indicadas pelos números 1 e 2 nas Fotografias 5 e 6, a base (indicada pelo número 3) deverá ser limpa, estar isenta de poeira, material solto, contaminantes gordurosos, bolor, mofo, eflorescências ou outros compostos que



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Núcleo de Pesquisa em Construção

possam prejudicar a aderência do chapisco e do emboço que serão aplicados sobre ela. O item 6.4 na NBR 7200/1998 (“Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento”) especifica as medidas de limpeza a serem adotadas em função do contaminante da superfície da base.

Previamente à aplicação do chapisco, a base deverá ser umedecida, mas não saturada. O umedecimento poderá ser dispensado caso a base seja pouco absorvente. Recomenda-se a aplicação de chapisco convencional (mistura cimento:areia média/grossa no traço 1:3 a 4, em volume), que deve ser lançado vigorosa e irregularmente sobre a superfície. Se o clima se apresentar quente e seco, recomenda-se a proteção ou cura úmida do chapisco por, pelo menos, 12 horas após a sua aplicação.

4.2.2 Aplicação da argamassa de emboço ou camada única

Somente depois de três dias de aplicado o chapisco, pode ter início a execução do emboço. É importante lembrar que é necessário o umedecimento do chapisco previamente à aplicação da argamassa de emboço, para que seja garantida a aderência entre as duas camadas.

Recomenda-se que a argamassa de emboço seja confeccionada com cimento, cal hidratada e areia, nas seguintes proporções (em volume):

- 1 parte de cimento (do tipo CP-II);
- 1 parte de cal hidratada (do tipo CH-I, CH-II ou CH III);
- 6 partes de areia de granulometria média e contínua, de acordo com a NBR 7217/1987.

Caso seja utilizada a pré-mistura mistura cal+areia na confecção da argamassa, deve-se garantir as quantidades recomendadas acima, bem como a granulometria da areia (média e com distribuição contínua).

A água utilizada na mistura deve ser potável. A quantidade de água deve ser aquela necessária para conferir boa trabalhabilidade à argamassa, e deve ser dosada de forma que seja possível anotar a quantidade utilizada.

De acordo com o item 7.3.2 da NBR 7200/1998, deve ser feita a maturação da cal hidratada. A maturação consiste no descanso da cal hidratada com uma quantidade de água em excesso durante, pelo menos, 16 horas, em recipiente estanque e coberto, para evitar a perda de água por evaporação. A quantidade de água para a maturação é aquela que confere à mistura cal+água a consistência de um creme ou pasta. O objetivo deste procedimento é eliminar eventuais partículas de cal virgem que, porventura, não tenham sido extintas no processo de fabricação da cal hidratada. Além disso, o descanso da cal com água melhora as propriedades das argamassas para aplicação, permitindo, inclusive, a redução da quantidade de água necessária para obtenção de trabalhabilidade adequada. Somente a cal hidratada CH-I dispensa o processo de maturação, de acordo com a NBR 7175/1992 (“Cal hidratada para argamassas”). Se a pré-mistura cal+areia for empregada, o processo de maturação também deve ser realizado, da mesma forma que descrito acima. É importante lembrar que, quanto mais tempo durar a maturação da cal, melhores serão as propriedades da argamassa produzida. O ideal é permitir uma maturação de sete dias.

A argamassa de emboço deve ser aplicada da forma convencional, ou seja, por meio de lançamento vigoroso com a colher de pedreiro. A temperatura máxima recomendada para a aplicação da argamassa é de 30°C. Temperaturas muito elevadas aceleram a pega do cimento e levam a uma secagem prematura da argamassa, podendo causar intensa fissuração. Em dias ventosos, quentes ou secos, ou sob insolação, a superfície do emboço recém executado deve ser imediatamente protegida contra esses agentes, evitando-se, assim, a evaporação da água e a conseqüente fissuração e perda de aderência.

Para evitar o aparecimento de fissuras ao longo da argamassa, recomenda-se a inserção de juntas de trabalho horizontais a cada 3 metros de altura, em local que coincida com a face inferior do vigamento do pavimento. Esta junta, denominada junta de trabalho, tem por função a indução da fissuração em seu interior. Uma geometria adequada impede a penetração de água da chuva pela fissura, como mostra a Figura 2. A junta deve ser feita após o desempenho da superfície da argamassa, com dispositivo de madeira que apresente a geometria mostrada na Figura 2.

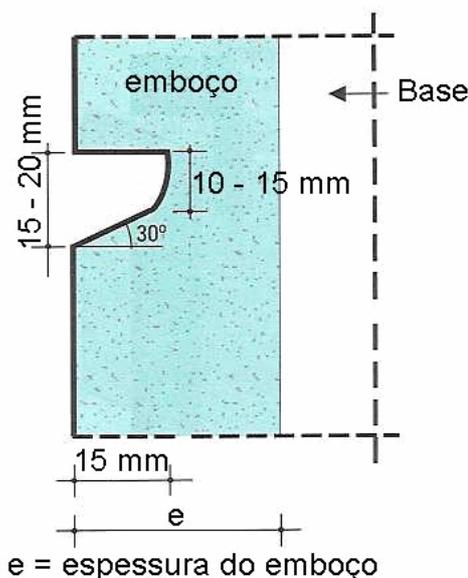


Figura 2 – Junta de trabalho horizontal em revestimento de argamassa de fachada.

Na região do pavimento térreo, desde o nível do terreno até uma altura de 60 cm, a argamassa deverá ser preparada com aditivo impermeabilizante, para evitar a percolação de água do terreno por capilaridade, e de penetração de água de respingos da chuva. Entretanto, esta especificação é inválida caso haja aplicação de revestimento cerâmico (ver item 4.3)

4.2.3 Aplicação de pintura

A aplicação da pintura deverá ser executada por empresa de comprovada experiência e idoneidade no ramo. A pintura somente deverá ser aplicada depois de transcorridos, no mínimo, 30 dias da execução da argamassa de emboço, para permitir a secagem e carbonatação



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Núcleo de Pesquisa em Construção

superficial da mesma. A aplicação prematura pode levar à degradação da película de pintura em curto espaço de tempo.

4.3 Aplicação de revestimento cerâmico

As etapas descritas em 4.2.1 e 4.2.2 devem ser seguidas previamente à aplicação do revestimento cerâmico. Saliencia-se que juntas de movimentação devem ser executadas em revestimentos cerâmicos, conforme descrição adiante. O posicionamento dessas juntas deve ser garantido na execução do emboço por meio da colocação de guias de madeira na posição especificada. Essas guias devem ser posteriormente retiradas, para o preenchimento das juntas com material adequado.

Previamente à aplicação da argamassa colante, a superfície do emboço deverá ser verificada. Poeira, material solto, contaminantes gordurosos, bolor, mofo, eflorescências ou outros compostos que possam prejudicar a aderência da argamassa colante devem ser removidos. Não se deve aplicar a argamassa colante após a ocorrência de chuvas que tenham resultado na saturação do emboço.

O processo de assentamento das peças cerâmicas na fachada do prédio em questão deve ser realizado com base nas recomendações da NBR 13755/1996 (“Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento”). O serviço somente poderá ser iniciado depois de transcorridos pelo menos 14 dias de cura da argamassa de emboço.

Recomenda-se que sejam utilizados os seguintes materiais:

- **Argamassa colante** do tipo AC-II, conforme as especificações da NBR 14081/2004 (“Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmica – Especificação”);
- **Revestimento cerâmico** com as seguintes características:
 - o Remoção de manchas – classe 4 ou 5.
 - o Absorção de água – 0,5 a 6%.
 - o Expansão por umidade $\leq 0,06\%$
 - o Resistência a ataques químicos – média a elevada.
 - o Dimensões iguais ou inferiores a 10 x 10 cm.

Obs.: Caso a opção seja por revestimento do tipo porcelanato, a argamassa colante deverá ser específica para uso com este tipo de revestimento.

4.3.1 Preparo da argamassa colante

O preparo da argamassa colante deve ser feito seguindo-se exatamente as indicações do fabricante, que constam da embalagem do produto. Atenção especial deve ser dada ao que segue:



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
Núcleo de Pesquisa em Construção

- a) A quantidade de água deve ser exatamente aquela indicada pelo fabricante da argamassa na embalagem. Água em quantidade superior à indicada prejudica as características de aderência da argamassa.
- b) A mistura da argamassa com água, seja manual ou mecânica, deve ser tal que não existam grumos na argamassa, e que essa se constitua, ao final da mistura, em um material homogêneo e uniforme. Entretanto, a mistura não deve se prolongar por mais que 3 minutos.
- c) Após a mistura, a argamassa deve permanecer em repouso durante 15 minutos, devendo estar coberta por um pano úmido durante esse período, para evitar a perda de água por evaporação. Essa etapa é essencial para que os aditivos interajam de forma satisfatória com a água. Com isso, tem-se melhora das propriedades da argamassa colante nos estados fresco e endurecido.
- d) Após o descanso, a argamassa deve ser remisturada e, então, pode ser aplicada.
- e) A argamassa deve ser primeiramente aplicada com o lado liso da desempenadeira, forçando-a contra o emboço, mas garantindo uma espessura mínima da camada de 4 mm. Dessa forma, garante-se que haja penetração da argamassa nos poros superficiais do substrato. Após o espalhamento com o lado liso, deve-se passar a desempenadeira com o lado denteado. A desempenadeira deve formar um ângulo mínimo de 60° com o plano do substrato, para garantir que os cordões formados tenham altura suficiente para resultar em boa aderência.
- f) Deve ser feito o teste do tempo em aberto da argamassa no local de aplicação. Peças cerâmicas aplicadas sobre a argamassa após o término do tempo em aberto correm o risco de sofrer descolamento ao longo da vida útil do prédio. É importante ressaltar que o tempo em aberto das argamassas depende das condições ambientais no momento da aplicação. Em ambientes secos, ensolarados e ventilados, o tempo em aberto pode ser bastante inferior àquele indicado na embalagem do produto. Mesmo que esse tempo seja indicado pelo fabricante na embalagem do produto, o teste do tempo em aberto deve ser realizado a cada novo preparo da argamassa, e deve seguir a seqüência descrita a seguir:
 - i. Espalhar cerca de 900 cm² de argamassa colante sobre a argamassa de emboço, passando inicialmente o lado liso da desempenadeira e, imediatamente depois, o lado denteado. Nesse momento, observar o horário no relógio (anotar a hora exata e os minutos).
 - ii. A cada minuto, pressionar os dedos limpos e secos sobre os cordões de argamassa, e observá-los.
 - iii. Anotar a hora exata e os minutos quando se observar que os dedos já não saem tão impregnados de argamassa quanto no início do teste. Esse momento corresponde ao final do tempo em aberto.
 - iv. Calcular, em minutos, o tempo decorrido desde a aplicação do lado denteado da desempenadeira até o final do tempo em aberto. Esse é o intervalo máximo que o pedreiro poderá permitir entre o espalhamento da argamassa e a aplicação das peças cerâmicas.
- g) Caso seja constatado o final do tempo em aberto durante a execução do revestimento, a argamassa já aplicada deve ser retirada do substrato e descartada. **Nunca se deve aplicar peças cerâmicas sobre argamassa com tempo em aberto vencido. Nunca se deve reutilizar a argamassa removida do substrato, em qualquer momento em que isso aconteça. Nunca se deve adicionar mais água à argamassa, depois da mistura inicial.**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
Núcleo de Pesquisa em Construção

- h) A área de aplicação da argamassa colante deve ser, portanto, determinada em função do tempo em aberto verificado no local.
- i) **Nunca se deve utilizar a argamassa colante depois de transcorridas 2,5 horas do seu preparo, a não ser que um tempo maior seja especificado pelo fabricante.**
- j) Para peças cerâmicas com dimensões de até 10 x 10 cm, pode-se utilizar desempenadeira com dentes de dimensões 6 x 6 mm. **Quando for percebido o desgaste dos dentes da desempenadeira, a mesma deve ser substituída por uma nova. A utilização de desempenadeira com dentes gastos resulta em prejuízo à aderência, pois reduz a espessura da camada de argamassa colante.**

4.3.2 Aplicação das peças cerâmicas

Na aplicação das peças cerâmicas, os seguintes cuidados devem ser tomados:

- a) Antes de iniciar o preparo da argamassa colante, o pedreiro deve remover o pó e partículas soltas que eventualmente estejam contaminando o tardo das peças cerâmicas. Deve ser observada, também, a quantidade de engobe no tardo das peças, pois normalmente, nessas regiões, a aderência com a argamassa colante é pequena. Caso a quantidade de engobe seja excessiva, o fabricante das peças cerâmicas deve ser contatado para substituição das mesmas.
- b) Antes de iniciar o preparo da argamassa colante, o pedreiro deve providenciar os recortes das peças cerâmicas que forem necessários. Essa operação prévia reduz a possibilidade de vencimento do tempo em aberto, que pode acontecer quando o pedreiro interrompe o assentamento das peças para fazer os recortes.
- c) As peças cerâmicas devem ser armazenadas em local seco e coberto, e devem estar secas no momento do assentamento.
- d) Ao posicionar a peça cerâmica, o pedreiro deve pressioná-la contra os cordões de argamassa, podendo, inclusive, arrastá-la lateralmente por alguns milímetros. Dessa forma, estará garantindo que toda a área do tardo entre em contato com a argamassa colante, resultando em máxima extensão de aderência.
- e) No caso de peças com dimensões 10 x 10 cm, as juntas entre as mesmas deve ser de, no mínimo, 5 mm. Recomenda-se a utilização de espaçadores plásticos para garantia desse espaçamento.
- f) Durante todo o processo de assentamento, o pedreiro deve verificar a planeza e o alinhamento das peças cerâmicas. Os itens 5.6.1 e 5.6.2 da NBR 13755/1996 especificam que:
 - i. As irregularidades graduais não devem superar 3 mm em relação a uma régua com 2 m de comprimento.
 - ii. Os ressaltos entre peças cerâmicas contíguas ou desníveis entre partes do revestimento contíguas a uma junta de movimentação ou junta estrutural não devem ser maiores que 1 mm.
 - iii. Não deve haver afastamento maior que 1 mm entre as bordas das placas cerâmicas teoricamente alinhadas e a borda de uma régua com 2 m de comprimento, faceada com as placas cerâmicas das extremidades da régua.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Núcleo de Pesquisa em Construção

- g) Aleatoriamente, o pedreiro deve remover peças assentadas há alguns minutos e observar o tardoz, que deve se apresentar totalmente impregnado pela argamassa colante.
- h) O revestimento recém assentado deve ser protegido da ocorrência de chuvas.

4.3.3 Rejuntamento

A norma brasileira NBR14992/ 2003 (“A.R. Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas”) recomenda a utilização de argamassas de rejunte que tenham as seguintes características, que caracterizam a argamassa do tipo RII:

- Resistência à compressão aos 14 dias: ≥ 10 MPa;
- Resistência à tração na flexão aos 7 dias: ≥ 3 MPa;
- Módulo de deformação aos 14 dias: ≤ 10 GPa;
- Absorção de água por capilaridade aos 28 dias: $\leq 0,30$ g/cm²;
- Permeabilidade aos 28 dias: ≤ 1 cm³.

O rejuntamento das peças cerâmicas deve ser iniciado somente depois de transcorridos três dias do seu assentamento. Entretanto, previamente ao rejuntamento, deve ser realizado teste de percussão nas peças cerâmicas assentadas, para verificar se houve descolamento das mesmas. Caso seja constatado som cavo no teste de percussão, a(s) peça(s) deve(m) ser retirada(s) e reassentada(s).

O procedimento de rejuntamento é descrito a seguir:

- a) Remover sujeiras, resíduos e poeiras das juntas entre as peças cerâmicas, pois essas partículas podem prejudicar a penetração da argamassa de rejunte nesses espaços e sua aderência às peças cerâmicas.
- b) Umedecer as juntas entre as peças cerâmicas com auxílio de broxa.
- c) Aplicar a argamassa de rejunte com as juntas ainda úmidas. O preparo da argamassa de rejunte, se for industrializada, é idêntico ao preparo da argamassa colante, ou seja: mistura com quantidade de água indicada na embalagem, descanso por 15 minutos (com proteção contra a evaporação da água), remistura e utilização.
- d) A argamassa de rejunte deve ser aplicada nas juntas em excesso, com auxílio de uma espátula semi-flexível, tomando-se o cuidado de preencher completamente as juntas.
- e) Imediatamente após a aplicação, remover o excesso de argamassa da face superior das peças cerâmicas, para evitar que seque e fique aderida ao esmalte.
- f) Após o enrijecimento inicial da argamassa de rejunte, a mesma pode ser frisada e alisada.

4.3.4 Juntas de movimentação

As juntas de movimentação são definidas como “espaço regular cuja função é subdividir o revestimento, para aliviar tensões provocadas pela movimentação da base ou do próprio revestimento” (NBR 13755/1996). Sua utilização é obrigatória, caso se deseje longa vida útil ao revestimento, especialmente no caso de fachadas.

Os materiais de preenchimento das juntas de movimentação são **enchimentos** e **selantes**. A função dos primeiros é preencher as juntas, de modo a economizar o selante, que normalmente tem custo elevado. O selante, por sua vez, tem a função de impedir a penetração, na junta, de água da chuva ou de água proveniente de outras fontes.

Os enchimentos devem ser materiais altamente deformáveis, para que não gerem tensões no interior da junta quando da movimentação do revestimento. São materiais adequados: borracha alveolar, espuma de poliuretano, manta de algodão para calafetação, cortiça, mangueira de borracha, etc.

Devem ser utilizados selantes à base de elastômeros, tais como poliuretano, polissulfeto, silicone, etc. As propriedades dos selantes devem ser adequadas às condições de exposição ao longo da sua vida útil, considerando-se a largura das juntas de movimentação e a intensidade esperada da movimentação. No presente caso, recomenda-se que as juntas de movimentação tenham largura de 10 mm.

No prédio do TRE, as juntas de movimentação devem ser executadas nas seguintes localizações, de acordo com a NBR 13755/1996:

- a) Juntas horizontais espaçadas, no máximo, a cada 3 metros ou a cada pé-direito, na região de encunhamento da alvenaria. O corte transversal da junta, com seus materiais de preenchimento, é mostrado na Figuras 3 e 4 a seguir.
- b) Juntas verticais no encontro dos planos de revestimento da fachada e perpendicular a ele. A posição desta junta está indicada, em vermelho, na Fotografia 7 a seguir. O corte transversal, com detalhamento de preenchimento, é mostrado na Figura 5.

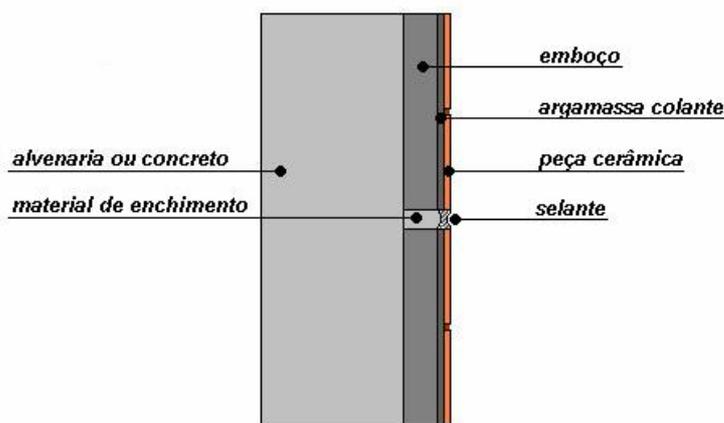


Figura 3 – Corte transversal em parede, ilustrando uma junta de movimentação.

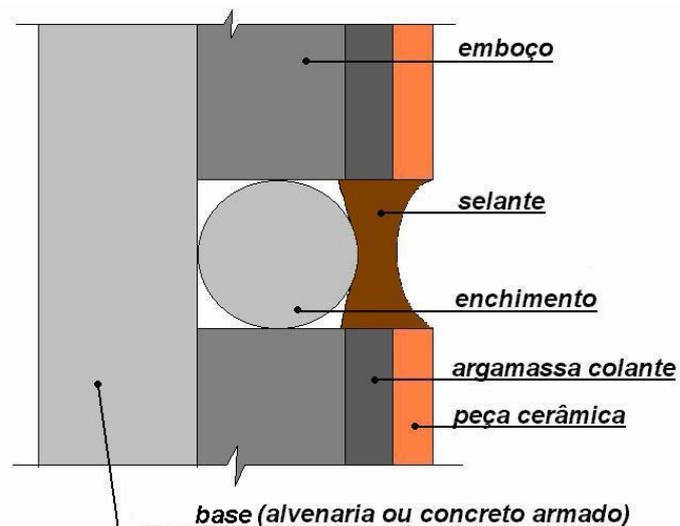


Figura 4 – Detalhe da seção transversal da junta de movimentação, mostrando os materiais de enchimento da junta.



Fotografia 7 – Posicionamento da junta de movimentação vertical.

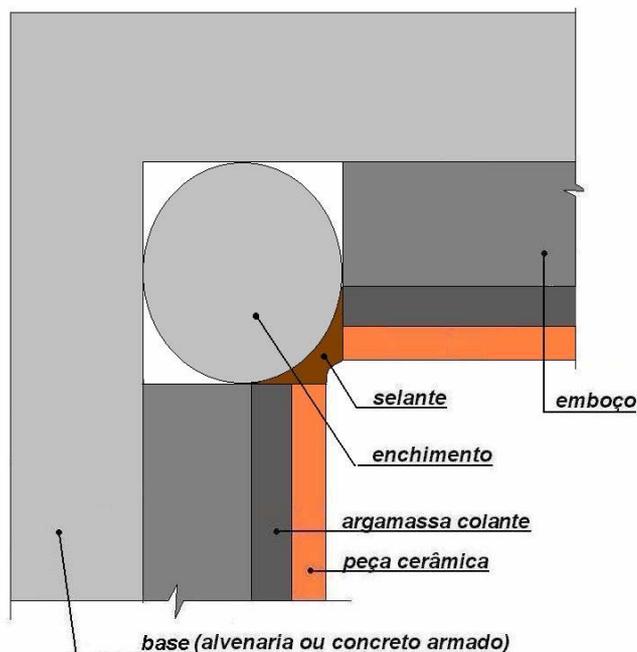


Figura 5 – Detalhe da seção transversal da junta de movimentação vertical em mudança de direção, mostrando os materiais de enchimento da junta.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A causa do descolamento da placa de granito, ocorrida no dia 09 de agosto de 2005, é a fraca aderência entre a placa e sua base de assentamento, devida a uma aplicação com técnicas e materiais impróprios para as condições de exposição de serviço.

Além do descolamento do granito, outras falhas puderam ser observadas nos revestimentos das fachadas, a saber: (i) a coloração rosada da argamassa de base da placa descolada, o que pode indicar a presença de barro na mesma; (ii) ausência de juntas de movimentação no revestimento cerâmico de fachada; e (iii) sinais de descolamento de revestimento cerâmico em pelo menos uma região das fachadas do prédio. Em função do risco de desprendimento de peças cerâmicas isoladamente ou em conjunto, recomenda-se que seja feita uma vistoria imediata nas condições de aderência do revestimento cerâmico, em todas as fachadas do edifício.

Tendo em vista o fraco grau de aderência que hoje mantém as placas de granito às fachadas do prédio do TRE, recomenda-se sua imediata remoção, tomando-se as medidas de segurança apropriadas para evitar a queda de peças durante a remoção. Além das peças de granito, as camadas de argamassa existentes na base devem também ser removidas, para que novo revestimento possa ser aplicado.

Foram descritas, neste Parecer Técnico, algumas técnicas e materiais indicados para o reparo das fachadas. Revestimento de argamassa, cerâmico e recolocação das placas foram abordados. Seja qual for a técnica escolhida, recomenda-se que a empresa selecionada para a



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
Núcleo de Pesquisa em Construção

recuperação da fachada do prédio do TRE tenha experiência e atuação comprovada no ramo, além de que siga as recomendações e instruções das normas brasileiras. Especialmente, caso a opção seja pela recolocação do granito, a empresa deverá ser capaz de elaborar o projeto do revestimento e executar a recuperação, seguindo estritamente as instruções constantes nas NBR 13707 e NBR 13708, da ABNT.

A equipe da Engenharia Civil da UFSC, nas pessoas dos professores Denise Antunes da Silva e Humberto Ramos Roman, e o Laboratório de Materiais de Construção Civil, permanecem à disposição para atendimento às necessidades do TRE-SC.

Florianópolis, 12 de setembro de 2005.

HUMBERTO RAMOS ROMAN, Ph.D.
Professor ECV/UFSC

Referências Bibliográficas

1. ABNT. **Projeto de revestimento de paredes e estruturas com placas de rocha - NBR 13707**. Rio de Janeiro, 1996.
2. ABNT. **Execução e inspeção de revestimento de paredes e estruturas com placas de rocha - NBR 13708**. Rio de Janeiro, 1996.
3. ABNT. **Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento – NBR 7200**. Rio de Janeiro, 1998.
4. ABNT. **Cal hidratada para argamassas – NBR 7175**. Rio de Janeiro, 1992.
5. ABNT. **Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento – NBR 13755**. Rio de Janeiro, 1996.
6. ABNT. **Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmica – Especificação - NBR 14081**. Rio de Janeiro, 2004.
7. ABNT. **A.R. Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas – NBR 14992**. Rio de Janeiro, 2003.
8. FLAIN, E.P.; CAVANI, G.D.R. Revestimentos verticais com placas de rocha. **Revista Técnica** n. 10, p.59-63.