

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
Falhas em Revestimentos	1.11.12

FALHAS EM REVESTIMENTOS

O presente trabalho foi transcrito integralmente do capítulo "Falhas em Revestimento" do autor, o Engº Roberto José Falcão Bauer face ao seu alto valor científico e à importância do tema para os que militam com a construção civil.

RESUMO

Por diversas vezes o Centro Tecnológico Falcão Bauer tem sido solicitado para analisar casos de anomalias em revestimentos. Em muitos casos as causas são várias, porém em um determinado momento, uma delas, embora de pequena importância isoladamente, se torna preponderante e, atuando no limite, ocasiona o caso patológico.

As falhas que ocorrem nos revestimentos podem ser causadas por deficiências de projeto; por desconhecimento das características dos materiais empregados e/ou emprego de materiais inadequados; por erros de execução, seja por deficiência de mão-de-obra, desconhecimento ou não observância de Normas Técnicas e por problemas de manutenção.

Neste trabalho serão analisadas na primeira parte várias anomalias de revestimentos que vêm sendo diagnosticadas pelo Centro Tecnológico Falcão Bauer nos últimos anos.

FALHAS EM REVESTIMENTOS

Descolamentos

Os revestimentos podem apresentar uma série de patologias prejudiciais ao seu bom funcionamento no que se refere a aspectos estéticos, bem como em relação às funções de proteção e isolamento.

Entre os problemas mais comumente encontrados pelo Centro Tecnológico Falcão Bauer fugiram os descolamentos. A seguir serão tratados alguns aspectos dessa patologia.

Descolamentos em revestimentos de argamassa

Os descolamentos ocorrem de modo a separar uma ou mais camadas dos revestimentos argamassa dos e apresentam extensão que varia desde áreas restritas até dimensões que abrangem a totalidade de uma alvenaria. Podem se manifestar com empolamento em placas, ou com pulverulência.

Entre os principais fatores causadores de descolamentos nas argamassas de cal estão o uso de produtos não hidratados devidamente, a hidratação incompleta da cal extinta, a má qualidade da cal e o preparo inadequado da pasta de cal.

Argamassas mistas com excesso de cimento na composição também poderão apresentar problemas de descolamento.

Descolamento por empolamento

A cal constitui o material que está diretamente envolvido com este tipo de patologia, portanto, tal anomalia ocorre nas camadas com maior proporção de cal.

Geralmente o reboco se destaca do emboço, formando bolhas cujo diâmetro aumenta progressivamente.

A cal livre, ou seja, a cal não hidratada existente no revestimento de argamassa por ocasião da sua execução, irá se extinguir depois de aplicada, aumentando de volume e conseqüentemente causando expansão.

A instabilidade de volume também pode ser atribuída à presença de óxido de magnésio não hidratado. A hidratação deste óxido é muito lenta e se não tiverem sido tomados os devidos cuidados poderá ocorrer meses após a execução da argamassa, produzindo expansão e empolando o revestimento.

Nem sempre as cales dolomíticas são expansivas; isso depende de determinadas circunstâncias, como temperatura de calcinação, velocidade de resfriamento e tipo de cristalização, entre outros fatores.

No caso de argamassas mistas, o fenômeno da expansão aumenta consideravelmente, sendo devido a causas mecânicas, principalmente porque as argamassas contendo cimento Portland são muito mais rígidas e neste caso a expansão causa desagregação da argamassa, enquanto que em argamassas menos rígidas parte da expansão é passível de acomodação.

O óxido de cálcio presente na cal é avaliado no ensaio de estabilidade. A superfície da pasta endurecida submetida a ensaio não deverá apresentar cavidades ou protuberâncias após cinco horas de cura sob vapor de água.

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
Falhas em Revestimentos	1.11.12

A existência de óxido de magnésio não hidratado é determinada pela expansibilidade de corpos de prova de argamassa mista de cimento e cal, após auto clonagem.

O limite proposto pela ASTM para o teor de óxidos livres na cal utilizada em construção civil corresponde a 8%.

Descolamento em Placas

As placas do revestimento de argamassa que se descolam englobam geralmente o reboco e o emboço e a ruptura ocorre na ligação entre essas camadas e a base (alvenaria).

A placa pode se apresentar endurecida, quebrando com dificuldade, ou então quebradiça, podendo se partir com certa facilidade. Em ambos os casos o som produzido quando a superfície é submetida à percussão é cavo.

As causas dessa anomalia geralmente estão relacionadas à falta de aderência das camadas de revestimento à base. Um chapisco executado com areia fina compromete a aderência à base na medida em que constitui uma camada de maior espessura, visando obter superfície com rugosidade adequada, e conseqüentemente gerando tensões devido à retração da argamassa.

Sabe-se que a aderência é obtida pela penetração da nata de cimento nos poros da base e endurecimento subsequente, e pelo efeito da ancoragem mecânica da argamassa nas reentrâncias e saliências macroscópicas da base.

Para que se obtenha boa aparência dos revestimentos, os poros da base devem estar abertos, assim a superfície sobre a qual será aplicada a outra camada de revestimento não pode ser muito alisada (camurçada), bastando que seja sarrafeada para tomar-se áspera.

Caso a base seja de concreto liso, a superfície deve ser preparada conforme as recomendações da NBR 7200 - Revestimentos de Paredes e Tetos com Argamassas - Materiais, Preparo, Aplicação e Manutenção - Procedimento, e, se necessário, utilizado chapisco aditivado sobre a superfície previamente apicoada e escovada.

Argamassas aplicadas com espessura superior à recomendada pela NBR 7200 criarão esforços, podendo comprometer a aderência do revestimento.

Constatamos em várias obras com descolamentos de revestimento, espessuras de emboço de até 10 cm. Segundo a NBR 7200, quando necessário, podem ser utilizados meios especiais para garantir a aderência, como a aplicação de telas ou outros dispositivos à base, quando esta não merecer contabilidade quanto à aderência.

Quando a espessura do revestimento for superior a 4 cm, recomenda-se a utilização de telas fixadas com pinos à base, cravados com pistola apropriada, com espaçamentos de 40 cm, caso seja utilizada tela tipo estuque, e de 60 cm, caso seja utilizada tela eletrosoldada, com diâmetro de 2 mm.

Argamassas de cimento e areia, ricas em aglomerantes, com espessuras excessivas superiores a 2 cm, são passíveis de apresentar problemas, uma vez que gerarão, pela retenção natural, tensões elevadas de tração entre a base e o revestimento, podendo ocorrer descolamentos.

Outro fato gerador de tensões corresponde às grandes variações de temperatura, que podem gerar tensões de cisalhamento na interface argamassa-base capazes de provocar o descolamento do revestimento.

Uma preparação adequada da base fornecerá as condições necessárias para a criação da ligação mecânica.

Não havendo água suficiente para a hidratação das partículas de cimento que se localizam junto à face de contato da argamassa com a base, devido ao poder de sucção de água pela alvenaria ou concreto, a aderência fica comprometida. Nesse caso recomenda-se molhar bem a base antes da aplicação de cada camada de revestimento.

Deve-se verificar problemas na base, como deficiência de limpeza para eliminação de pó e resíduos em bases de concreto, a presença de agentes desmoldantes, chapiscos executados com areia fina, ou até a ausência da camada de chapisco em determinados casos.

Descolamento com Pulverulência ou Argamassa Friável

Os sinais de pulverulência mais observados são a desagregação e conseqüente esfarelamento da argamassa ao ser pressionada manualmente. A argamassa se torna friável, ocorrendo descolamento com pulverulência.

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
Falhas em Revestimentos	1.11.12

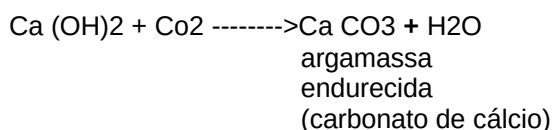
Em revestimentos argamassa dos que recebem pintura, compostos de emboço e reboco, temos observado que a anomalia ocorre geralmente no reboco.

Com a desagregação da camada de reboco, no caso de revestimentos que receberam pintura, a película de tinta se destaca com facilidade carregando partículas de reboco no seu verso. Em casos de massa única ou emboço paulista, geralmente a camada se esfarela como um todo.

Uma das principais causas do problema corresponde ao tempo insuficiente de carbonatação da cal existente na argamassa, principalmente quando se aplica pintura sobre o revestimento em intervalo inferior a 3qdias.

Após a aplicação da argamassa ocorre a secagem e o endurecimento. A água de mistura se evapora e a seguir, pela ação do anidrido carbônico do ar, a água de hidratação é liberada regenerando o carbonato de cálcio, através da seguinte reação:

carbonatação



Assim, por ser o endurecimento resultante da carbonatação da cal, a resistência da argamassa é função de condições adequadas à penetração do CO₂ do ar através de toda a espessura da camada.

Podem ser utilizados produtos substitutivos da cal, desde que apresentem propriedades pozolânicas. Esses materiais, se forem pozolânicos, desenvolvem suas propriedades aglomerantes potenciais em presença do cimento e da cal. Assim, antes da utilização desses produtos, é recomendável que se verifique a capacidade aglomerante do material, pois caso o mesmo não tenha atividade pozolânica, o efeito será exclusivamente de propiciar plasticidade à mistura, não promovendo a ligação dos agregados de modo duradouro, e fazendo com que a argamassa endurecida, ao sofrer expansões e contrações, em função do grau de umidade, venha a se desagregar com relativa facilidade.

Argamassas pobres, ainda que apresentem porosidade favorável à carbonatação, não possuem

resistência suficiente para garantir sua aderência à base.

No caso de argamassas que contenham aglomerantes hidráulicos, uma situação que contribui para a friabilidade é a falta de molhagem da base, por ocasião da aplicação da argamassa, causando perda da água de amassamento, necessária para que ocorra a perfeita hidratação do aglomerante hidráulico.

A friabilidade também ocorre quando a proporção água massa semi-pronta utilizada é superior à recomendada pelo fabricante, ou quando o material é utilizado após o prazo máximo de estocagem.

Uma argamassa deverá ser utilizada antes que decorra intervalo de tempo superior ao prazo de início de pega do cimento empregado, que é da ordem de duas horas e meia. Muitas vezes as argamassas mistas com cimento são preparadas de modo inadequado e são deixadas em repouso, "curtindo", antes de sua aplicação como se fossem argamassas, de cal e areia, comprometendo a porção aglomerante hidráulica.

O Centro Tecnológico Falcão Bauer tem verificado com frequência o emprego de argamassas com gesso e cimento em revestimentos de cantos de fachadas, jardineiras e em determinados pontos das fachadas, onde o guincho de serviço estava montado. O guincho é desmontado após a execução do revestimento externo, ficando somente essa área a ser executada.

Esse tipo de argamassa geralmente é utilizado pensando-se nas vantagens quanto ao endurecimento rápido e, conseqüentemente, na redução do tempo de execução. Entretanto, deve-se alertar quanto à formação de etringita, levando a um aumento de volume da argamassa, gerando trincas no revestimento e conferindo características de friabilidade à argamassa.

Descolamentos em revestimentos cerâmicas

É com grande frequência que o Centro Tecnológico Falcão Bauer tem sido solicitado para o diagnóstico de descolamentos de peças cerâmicas.

As causas mais comuns são a inexistência de juntas de movimentação, deficiências na execução do assentamento das peças e até falta de rejuntamento.

<i>Obras Cívicas</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
Falhas em Revestimentos	1.11.12

No caso de revestimentos com peças cerâmicas, a necessidade da execução de juntas de movimentação longitudinais e/ou transversais deverá ser estudada, na fase de projeto.

NOTA: Etringita - O alumínio de cálcio hidratado reaciona com o sulfato de cálcio e forma um sulfoaluminato, conhecido pelo nome de Sal de Candlot ou Etringita. A cristalização desse sal se dá com fixação de muita água.

Havendo cal dissolvida na água, o aluminato não está dissolvido, e forma-se nos poros da massa uma quantidade de sulfoaluminato maior do que eles podem conter, o que provoca a expansão e desagregação do material.

Juntas de movimentação

As juntas de movimentação são juntas intermediárias, normalmente mais largas do que as de assentamento, projetadas para aliviar tensões geradas por movimentações da parede e/ou do próprio revestimento, devido às variações de temperatura ou por deformação lenta do concreto da estrutura revestida.

A Sociedade Francesa de Cerâmica recomenda a execução, em revestimentos externos, de juntas de movimentação no máximo a cada 6 m e/ou 32 m².

As Especificações Americanas para Cerâmica indicam para revestimentos externos juntas de 12 mm a cada 5 m no máximo, as quais devem ser executadas até a argamassa de emboço.

Trabalhos australianos sugerem a execução de juntas de movimentação a distâncias adequadas para absorver todas as expansões e deformações diferenciais, com abertura superior a 12 mm, a cada 6 m. As juntas deverão ser executadas de modo que o efeito diferencial dos movimentos da estrutura e alvenaria, no revestimento, seja minimizado.

A NBR 8214 - Assentamento de Azulejos - Procedimento - recomenda a execução de juntas de movimentação longitudinais e/ou transversais em paredes externas com área igual ou maior que 24 m² ou sempre que a extensão do lado for maior que 6 m, e em paredes internas com área igual ou maior que 32 m² ou sempre que a extensão do lado for maior que 8 m. As juntas de movimentação devem ser aprofundadas até a superfície da parede,

preenchidas com materiais deformáveis e a seguir vedadas com selantes flexíveis.

A Fig. 1 indica os materiais e a configuração utilizada para a execução das juntas de movimentação.

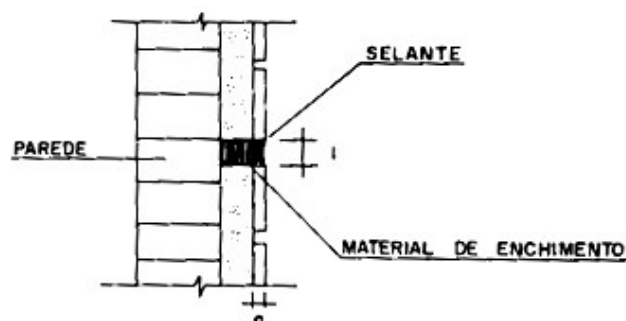


Fig.01. Juntas de movimentação com material de enchimento e selante

A NBR 8214 adota as dimensões da largura da junta e da altura do selante em relação às dimensões do painel limitado pela junta, conforme Indica a Tabela 30. 1.

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
<i>Falhas em Revestimentos</i>	<i>1.11.12</i>

Tabela 1. Disposições construtivas das juntas de movimentação executadas com selantes flexíveis

<i>Dimensão do painel limitado pelas juntas (m) (*)</i>	<i>Paredes Largura da junta (mm)</i>	<i>Internas Altura do selante (mm)</i>	<i>Paredes Largura da junta (mm)</i>	<i>Externas Altura do selante (mm)</i>	
3,0	8	8	10	8	
4,0	10	8	12	8	
5,0	12	8	15	10	
6,0	12	8	15	10	
7,0	15	10	—	—	
8,0	15	10	—	—	

(*) Para dimensões intermediárias adotar o limite imediatamente superior.

As juntas de movimentação podem ainda ser executadas com tiras pré-formadas constituídas por materiais resilientes. Essas tiras, colocadas durante o assentamento das peças cerâmicas, devem ter configuração adequada para absorver as movimentações do revestimento e propiciar estanqueidade às juntas.

Sugerimos que os estudos sejam previamente realizados e definidos em conjunto com o autor do projeto arquitetônico, de forma a conciliar as prescrições técnicas com os preceitos arquitetônicos, quanto aos locais em que serão executadas as juntas de movimentação.

Sempre que possível, as juntas de movimentação deverão ser coincidentes com as posições de encunhamento das alvenarias (juntas horizontais) e ligação alvenaria/estrutura (juntas verticais).

Juntas de assentamento

No assentamento das peças cerâmicas deve-se manter entre as mesmas, juntas com largura suficiente para que haja perfeita infiltração da pasta ou argamassa de rejuntamento, e o revestimento cerâmico deverá ter um relativo poder de acomodação às movimentações da alvenaria e/ou da própria argamassa de assentamento.

De acordo com as dimensões das peças cerâmicas, devem ser mantidas as juntas mínimas de assentamento, constantes da Tabela 30.2.

Temos constatado alguns problemas de destacamento ou de revestimento cerâmico, devido à infiltração de água por deficiência de calafetação das juntas de assentamento, permitindo acesso de água na argamassa de assentamento e no corpo cerâmico das peças, gerando esforços nas mesmas por dilatação e contração por absorção de água, além da possibilidade de formar pressão de vapor d'água e eflorescências localizadas no revestimento.

Deficiências de assentamento

É comum a falta de análise da configuração do tampo das peças a serem assentadas, com relação a serem lisas, com reentrâncias ou garras.

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
Falhas em Revestimentos	1.11.12

Tabela 2. Dimensões numéricas das juntas de assentamento

Dimensões das peças	Juntas de assentamento mínimas (mm)	
	Parede Interna	Parede Externa
110 x 140	1	2
110 x 220	2	3
150 x 150	1,5	3
150 x 200	2	3
200 x 200	2	4
200 x 2.50	2,5	4

Peças cerâmicas extrudadas e algumas fabricadas por prensagem apresentam garras no tardo, o que permite, desde que adequadamente assentadas, melhor aderência à base.

Tem-se verificado que em vários casos de destacamento os vãos entre garras não foram devidamente preenchidos com a argamassa de assentamento, ocasionando posterior destacamento generalizado do revestimento. Portanto, é necessário programar com antecedência o tipo de argamassa de assentamento (adesiva à base de cimento ou convencional), a necessidade de preencher com argamassa o espaço entre garras antes do assentamento e ainda as dimensões dos dentes da desempenadeira metálica, que formarão os sulcos e cordões, para verificar se são adequadas à conformação do tardo.

No caso de argamassas adesivas à base de cimento deve-se verificar o eventual desgaste da desempenadeira dentada, o que compromete a altura do cordão de assentamento e, conseqüentemente, a aderência do revestimento cerâmico.

Durante o assentamento das peças, as mesmas deverão ser batidas uma a uma, até que sejam posicionadas adequadamente e o espaçamento entre as peças seja obedecido.

Argamassas adesivas à base de cimento

Considerações gerais. As considerações a seguir, a respeito das argamassas adesivas à base de cimento, foram obtidas em trabalho técnico elaborado pelo Instituto Eduardo Torroja da Construção e do Cimento, em 1982.

As argamassas adesivas à base de cimento são argamassas geralmente produzidas em indústrias, constituídas de cimento, areia e resinas.

Ao misturar o produto em pó com a água de amassamento forma-se um sistema de três fases (sólido granulado - líquido - ar). Os polímeros presentes no material formam uma dispersão coloidal e, pelas características de atividade superficial, tendem a interpor-se entre as partículas de cimento, lubrificando o contato entre as partículas sólidas e, como conseqüência, modificando a plasticidade da argamassa. Desta maior plasticidade e da atividade superficial do polímero depende, em geral, a aderência inicial do produto.

Para que a pasta da argamassa adesiva adquira as propriedades mínimas de aderência, tanto inicial como final, é necessário que transcorra um tempo de espera mínimo a partir da mistura do produto anidro com a água de amassamento, para ocorrerem as reações dos constituintes ativos do material, principalmente a passagem dos polímeros orgânicos, a dissolução coloidal e as primeiras etapas da hidratação do cimento.

Em geral, este tempo mínimo de espera é de aproximadamente 30 minutos, superior ao mínimo de 15 ou 20 minutos recomendado pelo fabricante.

A argamassa preparada tem uma vida útil limitada, condicionada principalmente pela pega do cimento, limitando o tempo de emprego da mesma.

O tempo em aberto de uma argamassa refere-se ao intervalo de tempo no qual, uma vez entendida sobre a base, uma camada de argamassa consegue manter as peças cerâmicas assentadas e alcance valores de aderência final aos 28 dias de idade, igual à estabelecida como mínimo de 0,5 Mpa (no Brasil a NBR-8214 estabelece como sendo 0,3 MPa).

Após estender a argamassa sobre a base ocorre refluxo paulatino para a superfície do material, de parte dos aditivos orgânicos, juntamente com as

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
Falhas em Revestimentos	1.11.12

bolhas de ar incorporado. Este fato pode ser observado pela formação de uma película superficial de cor esbranquiçada e brilhante de pequena espessura. Este intervalo de tempo depende da composição do produto e tem grande influência na durabilidade do revestimento.

A formação da película faz com que se alterem as forças de coesão inicial da argamassa, reduzindo o poder total de aderência da mesma, e com isso o tempo em aberto da argamassa adesiva à base de cimento.

Em geral, o tempo em aberto destes materiais em condições de laboratório varia entre 20 e 30 minutos, ficando reduzido este parâmetro de maneira brusca à medida que seja diminuído, na formulação do produto, o teor de polímeros (aditivos).

O tempo em aberto é considerado como terminado a partir do momento em que o valor de aderência obtido por meio de ensaios for inferior a 0,5 MPa.

Ao estender a argamassa adesiva devidamente preparada e passar a desempenadeira dentada, deve ser caracterizada a superfície máxima de argamassa a ser estendida sobre a base de uma única vez, que é função do tempo em aberto, da velocidade de formação da película e, naturalmente, das condições ambientais, de tal maneira que possam ser aplicadas as peças cerâmicas com garantia de que a aderência seja a mínima especificada (0,5 Mpa).

Cuidados especiais devem ser tomados para que o operário não estenda argamassa em grandes áreas, levando em consideração que o tempo decorrido desde o assentamento da primeira peça até a última não seja superior ao tempo útil, ou seja, ao tempo em aberto do produto. Caso o mesmo não ocorra, embora a peça possa permanecer aderida inicialmente, após certo tempo acaba destacando, mostrando limpo o tardo (sem resíduos de argamassa).

A aderência depende também da estabilidade dimensional da argamassa de assentamento.

Entretanto, também pode influir no comportamento final o coeficiente de dilatação potencial frente à umidade das peças cerâmicas. Caso a umidade seja elevada, poderão ocorrer tensões significativas

de cimento no plano do revestimento, todavia o uso de peças cerâmicas com baixa absorção e dilatação higroscópica reduz consideravelmente as possibilidades de destacamento.

Ensaio Realizados pela L.A. Falcão Bauer

Apresentamos a seguir os valores obtidos no ensaio de tempo em aberto, realizado em nosso laboratório, em três amostras de argamassas adesivas à base de cimento adquiridas, em dezembro de 1991, em casa de materiais de construção na cidade de São Paulo.

Inicialmente as três amostras foram submetidas a ensaio de determinação da resistência de aderência na idade de 28 dias, conforme NBR-8214. As condições ambientais quando do preparo dos corpos de prova foram de laboratório (umidade relativa do ar: 70% - temperatura: 230 +/- 2°C).

Com as mesmas amostras realizamos o ensaio de determinação do tempo em aberto, conforme metodologia descrita a seguir.

Mediante aplicação com desempenadeira metálica das argamassas sobre alvenaria revestida de emboço misto, com mais de 28 dias de idade, foram assentadas 03 (três) peças cerâmicas de seção quadrada de 10 centímetros de lado, a intervalos de os (cinco) minutos da aplicação da argamassa de assentamento até que ocorresse comprometimento no assentamento, seja pelo destacamento da peça recém-assentada e/ou por não se conseguir o esmagamento dos cordões de argamassa.

As condições climáticas quando do assentamento das peças cerâmicas eram de sol incidente na argamassa, com ventos moderados e temperatura ambiente de 27°C.

Posteriormente foi determinada a resistência de aderência aos 28 dias de idade, conforme NBR-8214.

A Tabela 3 apresenta o resumo dos resultados obtidos nos ensaios realizados.

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
Falhas em Revestimentos	1.11.12

Tabela 3. Ensaio de tempo em aberto realizados pela L.A. Falcão Bauer

Tempo Minutos	Condições Ambientais	Resistência de Aderência Média (MPa)		
		Amostra n. 01	Amostra n. 02	Amostra n. 03
0	De Laboratório	0,42 (06)	0,41 (06)	0,39 (06)
05	Temp. 27°C	0,41 (03)	0,36 (03)	0,32 (03)
10		0,12 (03)	0,32 (02)*	0,13 (03)
15	Sol incidente nas amostras	0,22 (03)	0,11 (03)	0,09 (02)*
20		0,18 (03)	0,06 (03)	-----(*)
25		0,07 (02)*	-----(*)	-----(**)
30		-----(*)	-----(*)	-----(**)
35		0,04 (02)	-----(**)	-----(**)

Observações: Os valores entre parênteses correspondem ao número de corpos de prova ensaiados o que entraram no cálculo do valor das resistências médias.

(*) corpo de prova com som cavo o destacado durante a montagem do dispositivo de ensaio (aderência deficiente).

(**) destacamento de peça cerâmica logo após o assentamento.

Portanto, com base na documentação técnica do Instituto Eduardo Torroja e nos resultados obtidos nos ensaios realizados em nosso laboratório, entendemos que é de fundamental importância conhecer o tempo em aberto do produto em utilização na obra, nas condições ambientais específicas, de modo a garantir aderência adequada.

O CB-2 (Comitê Brasileiro de Construção Civil) da ABNT está elaborando texto de Norma - Argamassa Colante para assentamento - levando em consideração o tempo em aberto da argamassa.

Peças cerâmicas – Fabricação

Após a preparação e mistura homogênea das matérias-primas para a massa do corpo cerâmico, conformação e secagem reduzindo o teor de umidade a valores próximos a 1 %, é procedida a queima das peças.

No caso de bioqueima, a peça conformada e seca é submetida à temperatura de aproximadamente 1050°C – 1100°C, na qual reações físico-químicas conferem à peça cerâmica consistência definitiva, e posteriormente, em uma das faces, é aplicado o esmalte que é vitrificado entre 800°C e 1000°C.

No processo de monoqueima, além da vitrificação e estabilização das cores, acontece também a sinterização do corpo cerâmico, simultaneamente à vitrificação do esmalte, gerando fortes ligações

entre a base cerâmica e a decoração. As temperaturas para monoqueima são superiores a 1100°C, variando em função da porosidade desejada.

É de fundamental importância a escolha correta da composição química do vidrado em relação à massa, de forma que os coeficientes de dilatação térmica sejam próximos.

Durante o processo de fabricação a massa fica em tensão de compressão, visando aumentar a resistência mecânica das peças cerâmicas. A tensão de compressão não pode ser muito elevada, pois provocaria empenamento das peças, entretanto ela existe e ocorre em geral nas camadas mais superficiais da massa da peça.

Essa tensão residual vai sendo liberada com o decorrer do tempo (meses ou anos), e caso ocorra tração no vidrado, o mesmo se romperá, ficando gretado.

Dilatação higroscópica que ocorre na peça cerâmica assentada, por absorção de umidade pela massa porosa, também pode causar o gretamento do vidrado, bem como variações bruscas

Dilatação Higroscópica da Cerâmica

Entre as causas que podem contribuir para o destacamento de peças cerâmicas assentadas está a dilatação higroscópica da cerâmica, também

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
Falhas em Revestimentos	1.11.12

designada dilatação úmida ou dilatação por umidade.

Esse fenômeno é provocado por absorção de água, na forma líquida ou de vapor, absorção essa que, ao contrário da simples absorção de água retida apenas nos poros do material, provoca modificações na sua própria estrutura, com aumento de volume.

A dilatação higroscópica é responsável pelo aparecimento retardado de gretamento nas peças, pois o vidro não apresenta igual dilatação, podendo entrar em esforços de tração gretando.

Normalmente, a dilatação higroscópica de peças cerâmicas ocorre de maneira muito rápida no início, com tal intensidade que começa ainda dentro do forno, no período de resfriamento após a queima, diminuindo a velocidade do fenômeno com o passar do tempo. Apesar disso, está provado que, após dez ou mais anos, ainda continua, muito lentamente, a se manifestar.

A influência dessa dilatação no gretamento do vidro ou esmalte cerâmico fez com que se estabelecesse, desde 1928, um método para reproduzir em laboratório a dilatação e, por conseguinte, o gretamento do vidro que iria aparecer, se fosse o caso, após algum tempo de contato com água ou seu vapor. O método se baseia no ensaio de autoclave, na presença de vapor d'água, a pressão de várias atmosferas.

Há diversas Normas para esse ensaio, e a Brasileira usa sete atmosferas durante 60 minutos.

A ASTM também normalizou, além do ensaio de autoclave, o ensaio para determinação da dilatação higroscópica do corpo cerâmico sem vidro. A correlação entre esses ensaios e os resultados obtidos em condições ambientes de temperatura e pressão é variável, e esta, para maior exatidão, deveria ser estabelecida caso a caso, pois pode variar com a natureza da cerâmica e pela maior ou menor presença de poros na mesma. O ensaio acelerado é aceito normalmente, devido à dificuldade prática de se realizar ensaios em condições normais ao longo do tempo, de meses e anos.

A ANFACER, associação que congrega os fabricantes de revestimentos cerâmicos, comenta que as peças cerâmicas de boa qualidade devem ter baixa dilatação higroscópica e que o teste de

autoclave reproduz a expansão que a peça sofrerá ao longo do tempo.

Hoje em dia é de conhecimento dos fabricantes maneiras de produzir materiais com baixa dilatação higroscópica, evitando a dilatação excessiva do corpo cerâmico, e o conseqüente gretamento do vidro.

Há uma maneira de se determinar quanto um corpo cerâmico se dilatou por dilatação higroscópica até um dado momento, por meio da verificação da contração das peças pelo recozimento a temperaturas elevadas, porém inferiores às do cozimento inicial (fabricação). Num trabalho publicado mostrou-se que 700°C é suficiente.

Quando a dilatação higroscópica medida pelo ensaio de autoclave for pequena - por exemplo, de até 0,05 % - torna-se difícil defini-la como responsável pelo destacamento das peças cerâmicas, pois parte ou toda a dilatação pode ser absorvida pela retração das juntas (rejununtamento), por deformação lenta e elástica da argamassa de rejununtamento. Além disso, outros fatores, como variações térmicas da estrutura, retração do concreto e da argamassa de emboço e da própria argamassa de assentamento (quando aplicada em espessura elevada), também podem produzir efeitos semelhantes, e com valores da mesma ordem que os de dilatação higroscópica, de modo que haveria dificuldade em definir a responsabilidade de cada um dos fatores supracitados.

Porém, quando a dilatação higroscópica for muito elevada, é correto indicá-la como causa provável do destacamento, especialmente quando observações de campo confirmam essa conclusão.

Conforme a doutora Kai L. Uemoto, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, normas européias fixam limites de até 0,6 mm/m de expansão (0,06 %).

A ANFACER recomenda que peças cerâmicas a serem utilizadas em revestimento de fachadas atendam aos requisitos relacionados a seguir: - absorção de água < 5,0%;

-] expansão higroscópica < 0,06% (< 0,6 mm/m);
-] peças com garra no tardo.

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
Falhas em Revestimentos	1.11.12

Teor de Umidade de Peça Cerâmica x Aderência

O pesquisador E. H. Waters, da Austrália - CSIRO, Division of Building Research, no trabalho "Effect of Moisture Content on the Tile Mortar Bond", estudando o efeito do teor de umidade de azulejos na resistência de adesão entre azulejo/argamassa, chegou à conclusão de que a ligação mais forte ocorre com as peças secas e que há uma redução na adesão à medida que se aumenta o teor de umidade do azulejo no momento da aplicação.

Este efeito é mais acentuado em peças de massa porosa, com absorção de água da ordem de 12 % (doze por cento) e menor em peças com absorção de água da ordem de 1 a 3 %.

Em peças muito porosas não há diminuição da força de adesão até 50% da saturação com água; entre 50% e 70% de saturação há uma grande queda na força de ligação; acima de 70% não há mais diminuição apreciável.

Ensaios Realizados pela Falcão Bauer

Apresentamos a seguir os resultados obtidos no ensaio de resistência de aderência de peças cerâmicas assentadas com argamassa adesiva A

base de cimento, em função do teor de umidade das mesmas.

A argamassa foi adquirida em dezembro de 1992, em casa de materiais de construção na cidade de São Paulo.

Os ensaios foram realizados com peças de azulejo em três condições de umidade.

-] condição 01: secas ao ar;
-] condição 02: passagem de brocha com água em duas demãos sobre o tardo;
-] condição 03: peças imersas em água por período de 30 segundos, e antes do assentamento mantidas na vertical, de modo a escorrer a água em excesso.

Os azulejos submetidos a ensaio eram de dimensões 200mm x 200mm x 7,15mm, na cor branca, e a absorção de água determinada conforme NBR-6127 foi de 18,4%.

A Tabela 30.4 apresenta o resumo dos resultados obtidos nos ensaios realizados.

Tabela 4. Ensaios de resistência de aderência realizados pela L. A. Falcão Bauer

Condição de Preparo do Tardo	Tensão Média(mpa)	Umidade (%)	Umidade x 100 Absorção	Tensão x 100 Tensão Seco Ao Ar
01-Soco ao ar	0,99	0,2	01%	100%
02-Duas demãos de brocha	01,00	02,0	11%	101%
03-Imersão por 30 segundos	0,75	08,5	46%	076%

Observações: 1 - Ensaios de resistência de aderência realizados conforme NBR-8214, aos 28 dias de idade.
2 - Os valores de tensão de aderência correspondem à média de 05 ensaios.

Gretamento

A anomalia consiste na formação de fissuras muito finas (capilares) sobre a superfície vidrada.

A peça cerâmica, quando exposta a determinadas condições higrotérmicas, tem favorecida a formação de tensões entre o vidrado e o corpo cerâmico da peça. O fenômeno pode ocorrer devido à falta de compatibilidade entre os

coeficientes de expansão do vidrado e do corpo cerâmico.

Se o revestimento foi assentado corretamente e exposto a condições normais de uso considera-se que o fenômeno é intrínseco da peça cerâmica, no entanto, às vezes pode ser favorecido pelo assentamento inadequado.

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
<i>Falhas em Revestimentos</i>	<i>1.11.12</i>

Depois que aparece o defeito este só pode ser eliminado pela troca do revestimento cerâmico.

O ensaio em autoclave reproduz a expansão por umidade que a peça sofrerá ao dos anos, depois de assentada.

Absorção de Água

A absorção de água corresponde a uma estrutura porosa; materiais compactos e rizados apresentam uma estrutura com baixa absorção de água.

Muitas características físicas e químicas dos revestimentos cerâmicos dependem da sua porosidade.

Inspeção

A execução do revestimento deve ser inspecionada nas suas d inerentes fases, devendo-se dedicar especial atenção aos itens a seguir :

-] recepção dos materiais, e verificação ao atendimento das normas existentes;
-] limpeza da superfície a ser revestida, prumo e preparo da superfície;
-] dosagem, mistura e tempo de validade das argamassas;
-] execução do revestimento, verificação das dimensões das juntas;
-] alinhamento das juntas, nivelamento e prumo do revestimento cerâmico;
-] rejuntamento e limpeza.

Verificação da resistência de aderência

O revestimento cerâmico deve aderir adequadamente à parede, para tanto, deve satisfazer às condições a seguir relacionadas, conforme NBR-8214, parágrafo 4.3.5.:

-] Quando a peça for submetida a pequenos impactos com instrumento rijo, não contundente, não deverá produzir som cavo;
-] Sempre que a fiscalização julgar necessário, consideradas seis determinações de resistência de aderência, efetuadas segundo NBR-8214,

parágrafo 6.2., após cura do material utilizado no assentamento (28 dias caso possua cimento), pelo menos quatro valores devem ser iguais ou superiores a 0,3 MPa (3,0 kgf/cm²).

Fissuras

Fissuras em revestimentos de argamassa

Nas argamassas de revestimento a incidência de fissuras, sem que haja movimentação e/ou fissuração da base (estrutura em concreto, alvenaria), ocorre devido a fatores relativos à execução do revestimento argamassado, solicitações higrotérmicas, e principalmente por retração hidráulica da argamassa.

A fissuração é função de fatores intrínsecos, como o consumo de cimento, o teor de finos, quantidade de água de amassamento, e de outros fatores que podem ou não contribuir na fissuração, corno a resistência de aderência à base, o número e espessura das camadas, o intervalo de tempo decorrido entre a aplicação de uma e outra camada, a perda de água de amassamento por sucção da base ou pela ação de agentes atmosféricos.

O agregado deve apresentar granulometria contínua e teor de finos adequado. O excesso de finos acarreta maior consumo de água de amassamento, gerando maior retração por secagem.

As condições ambientais e a capacidade de retenção de água da argamassa fresca podem regular a perda da umidade do revestimento para a base durante as fases de endurecimento e desenvolvimento inicial de resistência. Assim a falta e/ou deficiência de molhagem da base antes da aplicação de cada camada de revestimento pode resultar num processo gerador de fissuras.

Em regiões mui to quentes, com umidade relativa do ar baixa, ensolaradas e com ventos, é preferível utilizar primer específico (também úmido, para evitar a aplicação do emboço sobre primer seco), a confiar na molhagem abundante da base.

Em tais condições, a deficiência ou falta de cura do revestimento é também uma das causas geradoras de fissuração.

As fissuras de retração hidráulica em geral não são visíveis a não ser que sejam molhadas, e a água penetrando por capilaridade assinala sua trajetória.

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
<i>Falhas em Revestimentos</i>	<i>1.11.12</i>

Umidificações sucessivas podem gerar mudança de tonalidade, permitindo visualização das fissuras inclusive com o paramento seco. A água de cai sal pelas fissuras formando carbonato de cálcio de cor esbranquiçada ou escurecimento das mesmas por deposição de fuligem.

As microfissuras de retração hidráulicas podem ser cobertas sobre película de tinta (pintura).

A abertura das fissuras é proporcional à espessura da camada do revestimento fissurado. O revestimento deve ser o menos espesso possível, caso as irregularidades da superfície ou a impermeabilidade exija determinada espessura, se faz necessário aplicar o revestimento em camadas.

Nas argamassas bem proporcionadas, as ligações internas são menos resistentes e as tensões podem ser dissipadas na forma de microfissuras à medida que ocorrem nas microscópicas interfaces entre os grãos do agregado e a pasta aglomerante.

Nas argamassas ricas em aglomerantes, com maior limite de resistência, as tensões se acumulam e a ruptura ocorre com aparecimento de fissuras macroscópicas.

A aplicação de uma camada de emboço excessivamente rico em cimento ocasionará um revestimento sem a necessária elasticidade, não acompanhando eventuais movimentações da base, fissurando-se.

A incidência de fissuras será tanto maior quanto maiores forem a resistência à tração e o módulo de deformação da argamassa, assim, as argamassas de revestimento deverão apresentar teores consideráveis de cal, sendo comum o emprego dos traços 1:2:8; 1:2:9; e 1:3:12 (cimento, cal hidratada e areia, em volume).

No caso de revestimentos com múltiplas camadas, o módulo de deformação da argamassa de cada camada deverá ir diminuindo gradativamente de dentro para fora, portanto, o consumo de cimento deverá diminuir no mesmo sentido.

Uma camada de revestimento aplicada entre camadas de menor teor de aglomerante gerará deficiência de aderência, podendo ocorrer fissuras na última camada do revestimento.

A técnica de execução é um fator importante, na medida em que está relacionada com o teor de

umidade remanescente no revestimento e no grau de adensamento alcançado.

São fatores que estão diretamente relacionados com a base (sua natureza, sua espessura e seu estado), com o revestimento (sua granulometria, o aglomerante empregado e sua dosagem, e a espessura) e as condições atmosféricas. A experiência do operário é fundamental, uma vez que deve conhecer o momento ideal, no qual a argamassa ainda conserva uma pequena plasticidade superficial para as operações de sarrafeamento, de maneira que eventuais fissuras sejam fechadas, e as tensões potenciais de tração devidas à retração antes da pega sejam anuladas.

Pode ocorrer que o revestimento tenha boa aderência à base, porém, caso esta apresente, menor resistência, poderão ocorrer fissuras e posterior destacamento do revestimento.

Quanto maior é a aderência do revestimento, mais próximas e finas serão as fissuras; é, portanto, primordial uma boa aderência.

Quando se verificam as características de uma fissura em um revestimento, como extensão e abertura, é essencial observar se a mesma coincide com uma fissura na base (alvenaria ou estrutura). Geralmente, nestes casos, a configuração da fissura é distinta da mapeada, atribuindo se outras causas para o quadro patológico.

Inúmeras outras causas podem gerar fissuras em um revestimento, mas, apesar da lógica também se estar no revestimento argamassado, tem sua origem relacionada a outros elementos da edificação.

Vários problemas têm contribuído para a ocorrência de fissuras, mas alguns deles são particularmente encontrados com frequência nas inspeções técnicas realizadas pelo Centro Tecnológico Falcão Bauer nos últimos anos, destacando-se aqueles relativos ao cobrimento deficiente da armadura, às deficiências de encunhamento da alvenaria e à deformação lenta do concreto, entre outros fatores.

Fissuras relacionadas ao cobrimento deficiente do concreto

Nas regiões em que o concreto não recobre ou recobre deficientemente a armadura, ocorre o contato da barra de aço com o ar e a umidade, causando oxidação. O volume de óxido produzido

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
Falhas em Revestimentos	1.11.12

pela corrosão é de 3 até 8 vezes superior ao volume original do aço da armadura, gerando fortes tensões no concreto e a sua ruptura por tração, permitindo a penetração de agentes agressivos e a carbonatação do concreto.

Como sintoma inicial surgem fissuras seguindo as linhas armaduras principais, inclusive as dos estribos. Às vezes podem aparecer manchas de óxido nas fissuras, realçando o processo corrosivo.

A corrosão das armaduras pode ser evitada desde que se tomem medidas preventivas, como evitar o contato da armadura com água que contenha oxigênio dissolvido ou com água em presença de oxigênio.

O melhor procedimento para evitar o processo de corrosão consiste em envolver as barras em uma massa de concreto compacto com espessura adequada. Sabe-se que em um concreto mais compacto, com menos poros, a penetração dos agentes agressivos será dificultada, de modo que a estabilidade e durabilidade ocorram.

A Norma NBR 6118 - Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado indica valores para os cobrimentos de concreto, de modo que qualquer armadura, inclusive de distribuição, de montagem e estribos, deve ter cobertura pelo menos igual ao seu diâmetro, mas este valor não deve ser menor do que:

Para concreto revestido com argamassa de espessura mínima de 01 cm:

-] em lajes no interior de edifícios - 0,5 cm
-] em paredes no interior de edifícios - 1,0 cm
-] em lajes e paredes ao ar livre - 1,5 cm
-] em vigas, pilares e arcos no interior de edifícios - 1,5 cm
-] em vigas, pilares e arcos ao ar livre - 2,0 cm

Para concreto aparente:

-] no interior de edifícios - 2,0 cm
-] ao ar livre - 2,5 cm
-] Para concreto em contato com o solo - 3,5 cm

-] Para concreto em meio fortemente agressivo - 4,5 cm

Para cobrimentos maiores que 6 cm deve-se colocar uma armadura de pele complementar em rede, cujo cobrimento não deve ser inferior aos limites especificados acima.

Fissuras relacionadas à deficiência de encunhamento da alvenaria

As estruturas, bem como as alvenarias internas e de vedação em edificações, apresentam deformabilidade que lhes permite um certo grau de distorção, sem que sejam alcançados os limites de resistência dos materiais que as constituem.

Caso ocorram esforços que ultrapassem a resistência à compressão ou ao esforço cortante dos materiais, ocorrerá em alguns locais o aparecimento de fissuras ou trincas. Caso a heterogeneidade da resistência ocorra no perímetro do painel de alvenaria e sendo as juntas o plano de debilidade, aparecerão fissuras no encontro da alvenaria com a viga ou pilar.

A utilização de tijolos maciços cerâmicos, não atendendo a NBR 7170 - Tijolo Maciço Cerâmico para Alvenaria, principalmente quanto à resistência à compressão, tem ocasionado deficiências no encunhamento de alvenarias, como a quebra do tijolo ao se realizar o encunhamento. Com o objetivo de evitar a quebra, utiliza-se argamassa em excesso em torno do tijolo de encunhamento. Este procedimento ocasiona retração da argamassa, gerando fissuras no encunhamento da alvenaria e, conseqüentemente, no revestimento.

A utilização de blocos vazados de concreto simples para alvenaria sem função estrutural ainda verdes, ou seja, não curados, ocasionará retração na alvenaria.

O emprego de blocos com resistência à compressão inferior ao valor mínimo estabelecido pela NBR 7173 - Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria sem Função Estrutural, sem atender a mínima qualidade especificada, contribuirá para o aparecimento de problemas.

No caso de construções modulares, blocos com dimensões que não atendam às tolerâncias permitidas em Normas contribuirão para o encunhamento deficiente.

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
<i>Falhas em Revestimentos</i>	<i>1.11.12</i>

Devem ser tomadas algumas medidas quanto à execução do encunhamento, que deve ser realizada após um período mínimo de 15 a 30 dias, aproximadamente, para que a argamassa de assentamento da alvenaria possa retrair.

Alvenarias encunhadas antes da aplicação de sobrecargas nas lajes vizinhas a esta, como em lajes de periferia que receberão lâmina de terra de jardinagem e piscinas, irão apresentar problemas.

O encunhamento da alvenaria somente deve ser realizado após os dois pavimentos imediatamente superiores estarem com as alvenarias levantadas.

A aplicação de chapisco nas laterais dos pilares e fundos de viga não deve ser executada com areia fina. Deve-se prever também ferros de amarração, e no caso das construções modulares prever espaçamento suficiente para o encunhamento.

Caso a argamassa de assentamento da alvenaria apresente resistência mecânica inferior à dos elementos da alvenaria (blocos cerâmicas, blocos vazados de concreto simples), e a alvenaria venha a ser solicitada, poderão ocorrer fissuras na argamassa de assentamento.

Fissuras relacionadas à deformação lenta do concreto

A deformação lenta do concreto pode estar relacionada à origem de fissuras no revestimento.

Alguns fatores, como a utilização de seções distintas de concreto e aço em pilares vizinhos de um mesmo pavimento, modificações na composição do concreto entre pavimentos, o uso de concretos ricos em cimento para lançamentos bombeáveis, a granulometria e o tamanho máximo dos agregados utilizados, o tipo e a fissuras do cimento e as condições de umidade relativa do ar durante as concretagens são fatores que contribuem para a deformação lenta do concreto.

Fissuras relacionadas à argamassa de assentamento

A presença de argilo-minerais montmoriloníticos na argamassa de assentamento constitui uma causa geradora do aparecimento de fissuras no revestimento, assim como a expansão da argamassa de assentamento, devido à hidratação retardada do óxido de magnésio ou de cálcio, ou a reações expansivas cimento-sulfatos.

Fissuras relacionadas à ausência de vergas e contravergas

A não utilização de vergas e contravergas nas janelas, ou a utilização deficiente, contribui para o surgimento de fissuras nos revestimentos.

As vergas e contravergas deverão avançar de 30 a 40 cm após o vão das janelas, e ter abertura mínima de 10 cm, a fim de neutralizar a concentração de tensões nos cantos das mesmas.

Caso os vãos sejam relativamente próximos e na mesma altura, recomenda-se uma única verga sobre todos eles.

Fissuras relacionadas a alguns outros fatores

Alguns procedimentos construtivos, como a falta de ferro de amarração ou deficiência no chumbamento dos mesmos, entre laterais dos pilares e alvenaria, podem causar fissuras.

Alvenarias executadas sobre balanços e lajes de terraços, com fissuras devido ao deslocamento dos ferros negativos durante a construção, ou sobrecargas de paredes, peitoris e jardineiras, correspondem a um procedimento gerador de fissuras no revestimento.

NOTA:

Argilo-minerais montmoriloníticos são passíveis de reações expansivas. São filosilicatos com estruturas em camadas lamelares, entre as quais situam-se cátions hidratados. As camadas sucessivas estão ligadas frouxamente entre si e a água pode entrar nelas chegando a separá-las totalmente, o fenômeno é reversível, pois por secagem o cristal volta à dimensão inicial.

A laje de cobertura dos edifícios, além da impermeabilização, deverá receber isolamento térmico eficiente, para minimizar a diferença de temperatura entre a face superior e a inferior da laje. A ausência desta isolamento favorece a formação de fissuras, não somente na laje, como também nas alvenarias dos últimos andares, provocada pela constante movimentação por dilatação dos elementos de concreto da última laje exposta ao sol.

Sugere-se a utilização, no revestimento dos últimos andares e na junções estrutural alvenaria, de uma tela em toda a extensão, visando minimizar a fissuração.

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
Falhas em Revestimentos	1.11.12

Em pavimentos térreos, onde a água do terreno pode subir por capilaridade pela alvenaria, poderão ocorrer fissuras próximas ao piso, provocadas pelo incitamento da alvenaria e argamassa, pelo contato constante com a água.

É conveniente, portanto, somente iniciar a alvenaria sobre camada de concreto ou argamassa hidrófuga, evitando o contato direto com o solo.

Quando ocorre um recalque diferencial em urna edificação, as alvenarias apresentarão fissuras e trincas inclinadas obedecendo as isostáticas de compressão.

Geralmente, as trincas, ao seguirem as isostáticas de compressão, apontam ou dirigem-se aos pontos rígidos da fundação (regiões do terreno menos deformáveis, sapatas melhor apoiadas etc). Ante uma situação de fundação deficiente, entra em jogo a rigidez estrutural, redistribuindo as cargas nas fundações e concentrando-se nos pontos relativamente firmes. As isostáticas de compressão consistem em um feixe de retas que passam pelo ponto de aplicação da carga.

Manchas

As manchas podem se apresentar com colorações diferenciadas, como marrom, verde e preta, entre outras, conforme a causa.

Os revestimentos freqüentemente estão sujeitos à ação da umidade e de microorganismo, os quais provocam o surgimento de algas e mofo, e o conseqüente aparecimento de manchas pretas ou verdes.

As manchas marrons, geralmente, ocorrem devido à ferrugem.

Eflorescências

A eflorescência é decorrente de depósitos salinos principalmente de sais de metais alcalinos (sódio e potássio) e alcalino-terrosos (cálcio e magnésio) na superfície de alvenarias, provenientes da migração de sais solúveis presentes nos materiais e/ou componentes da alvenaria.

As eflorescências podem alterar a aparência da superfície sobre a qual se depositam e em determinados casos seus sais constituintes podem ser agressivos, causando desagregação profunda, como no caso dos compostos expansivos.

Condições para o aparecimento de eflorescências

Na Tabela 30.5 estão indicados os sais mais comuns em eflorescências, fontes prováveis do seu aparecimento e a sua solubilidade em água.

A eflorescência é causada por três fatores de igual importância: o teor de sais solúveis existentes nos materiais ou componentes, a presença de água e a pressão hidrostática necessária para que a solução migre para a superfície.

As três condições devem existir concomitantemente, pois, caso uma delas seja eliminada, não ocorrerá o fenômeno.

Os sais solúveis podem ser provenientes dos materiais e/ou componentes das alvenarias ou revestimentos.

Os sais solúveis do cimento agem como fonte de eflorescência. Cimentos que contenham elevado teor de álcalis (Na_2O e K_2O) na sua hidratação podem transformar-se em carbonato de sódio e potássio, muito solúveis em água.

A água de amassamento e os agregados também podem contribuir para a ocorrência das eflorescências. Caso a água ou a areia utilizadas sejam provenientes de regiões próximas ao mar, podem conter em sua composição cloretos e sulfatos de metais alcalinos terrosos.

Blocos vazados de concreto, eventualmente, podem ser a causa de eflorescências, caso os materiais constituintes contenham sais solúveis, que podem ser provenientes do próprio aglomerante (cimento Portland), dos agregados conforme seu processo de fabricação ou até de aditivos à base de cloretos.

No caso dos tijolos e materiais cerâmicas, as possíveis fontes de sais são as matérias primas cerâmicas, a água usada na fabricação e a reação de componentes da massa com óxido de enxofre do combustível, durante a secagem e início da queima.

Caso a queima dos produtos cerâmicas seja realizada em temperatura adequada, os sulfatos são eliminados. Os sulfatos alcalinos e de magnésio são eliminados a temperatura acima de 950°C , e os de cálcio a temperatura de 1050°C .

Outra situação possível é a reação entre o cimento da argamassa que contém hidróxidos alcalinos e os

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
Falhas em Revestimentos	1.11.12

tijolos (sulfato de cálcio), resultando em sulfatos de sódio e de potássio.

Existem outros fatores que contribuem para a formação de eflorescências na medida em que

fornece sais solúveis. Nitratos de sódio, potássio e amônio, muito solúveis em água, podem ser encontrados em solos adubados ou contaminados industrialmente.

Natureza Química das Eflorescências

Tabela 5. Natureza Química das Eflorescências

<i>Composição Química</i>	<i>Fonte Provável</i>	<i>Solubilidade em água</i>
Carbonato de Cálcio	Carbonatação da cal lixiviada da argamassa ou concreto e de argamassa de cal não carbonatada	Pouco Solúvel
Carbonato de Magnésio	Carbonatação da cal lixiviada de argamassa de cal não carbonatada	Pouco Solúvel
Carbonato de Potássio	Carbonatação dos hidróxidos alcalinos de cimentos com elevado teor de álcalis	Muito Solúvel
Carbonato de Sódio	Carbonatação dos hidróxidos alcalinos de cimentos com elevado teor de álcalis	Muito Solúvel
Hidróxido de Cálcio	Cal liberada na hidratação do cimento	Solúvel
Sulfato de Cálcio Desidratado	Hidratação do Sulfato de Cálcio do Tijolo	Parcialmente Solúvel
Sulfato de Magnésio	Tijolo, água de amassamento	Solúvel
Sulfato de Cálcio	Tijolo, água de amassamento	Parcialmente Solúvel
Sulfato de Potássio	Reação tijolo-cimento, agregados, água de amassamento	Muito Solúvel
Sulfato de Sódio	Reação tijolo-cimento, agregados, água de amassamento	Muito Solúvel
Cloreto de Cálcio	Água de amassamento	Muito Solúvel
Cloreto de Magnésio	Água de amassamento	Muito Solúvel
Nitrato de Potássio	Solo adubado ou contaminado	Muito Solúvel
Nitrato de Sódio	Solo adubado ou contaminado	Muito Solúvel
Nitrato de Amônia	Solo adubado ou contaminado	Muito Solúvel
Cloreto de Alumínio	Limpeza com ácido muriático	Solúvel
Cloreto de Ferro	Limpeza com ácido muriático	Solúvel

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
Falhas em Revestimentos	1.11.12

Devem ser redobrados os cuidados em edificações situadas em terrenos ácidos, já que a acidez aumenta a solubilização dos sais alcalinos.

O anidrido sulfuroso, gás residual da queima de combustíveis, pode se transformar em contato com a chuva em ácido sulfúrico, o qual reage com os compostos do tijolo e da argamassa para formar sais solúveis.

O segundo fator necessário para que ocorra eflorescências corresponde à presença de água. A água em geral é proveniente da umidade do solo; da água de chuva, acumulada antes da cobertura da obra ou infiltrada através das alvenarias, aberturas ou fissuras; de vazamentos de tubulações de água, esgoto, águas pluviais; da água utilizada na limpeza e de uso constante em determinados locais.

O terceiro e último fator que deve coexistir com os outros fatores para a ocorrência das eflorescências corresponde à pressão hidrostática necessária à migração da solução para a superfície.

O transporte de água através dos materiais e a conseqüente cristalização dos sais solúveis na superfície ocorrem por capilaridade, infiltração em trincas e fissuras, percolação sob o efeito da gravidade, percolação sob pressão por vazamentos de tubulações de água ou de vapor, pela condensação de vapor de água dentro de paredes, ou pelo efeito combinado de duas ou mais dessas causas.

Eflorescências provenientes da limpeza de revestimentos cerâmicas com ácido

Após a execução de revestimentos em fachadas e usual proceder à limpeza com solução ácida, visando eliminar resíduos de argamassa. O procedimento de lavagem deve ser o mais homogêneo possível para todas as superfícies a serem tratadas.

O procedimento recomendado estabelece inicialmente a saturação do revestimento com água em abundância, a fim de evitar penetração profunda do ácido, seguida de limpeza com uma solução de ácido muriático em concentração de até 10%, e finalmente a lavagem com água em abundância e, se necessário, com escavação da superfície do revestimento, visando eliminar a solução ácida e a retirada dos compostos formados

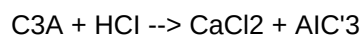
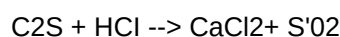
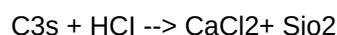
na reação química com a argamassa de rejuntamento.

Caso não seja procedida prévia saturação com água do revestimento, poderá haver penetração profunda da solução ácida, gerando formação de grande quantidade de eflorescências, pois o ácido muriático em contato com o cimento do rejuntamento formará cloretos muito solúveis em água.

As reações químicas ocorridas durante o processo de limpeza das fachadas com a solução ácida formam uma série de compostos, gerando deposições sobre a superfície.

O cimento Portland é constituído principalmente por quatro compostos, que reagindo com a solução do ácido muriático formarão compostos de reação química, em sua maioria de cor branca e solúveis em água.

As equações químicas a seguir mostram os produtos formados.



-] O cloreto de cálcio ($CaCl_2$) é muito solúvel em água e é de cor branca.
-] O cloreto de alumínio ($AlCl_3$) é solúvel em água e é de cor branca.
-] O cloreto de ferro ($FeCl_3$) é solúvel em água e apresenta tonalidade verde-amarelada.
-] O dióxido de silício (SiO_2) é branco e insolúvel, dando a impressão de minúsculos grãos de areia.

Caso as eflorescências ocorram em alvenarias externas de edificações recém-terminadas, o melhor é deixar que desapareçam por si mesmas. Em primeiro lugar, porque as reações ainda não estão terminadas e, em segundo lugar, porque, sendo os sais solúveis em água, a eflorescência tende a desaparecer após um período mais ou menos prolongado com a ação da chuva.

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
Falhas em Revestimentos	1.11.12

A eliminação mais rápida é realizada com a remoção dos sais depositados na superfície do revestimento com uma escova de fios de aço a seco, seguida de lavagem com água em abundância com escavação. A água deve penetrar na alvenaria e dissolver os sais existentes.

Falhas Relacionadas à Umidade

Entre as manifestações mais comuns referentes aos problemas de umidade em edificações encontram-se manchas de umidade, corrosão, bolor, fungos, algas, líquens, eflorescências, descolamentos de revestimentos, fiabilidade da argamassa por dissolução de compostos com propriedades cimentíceas, fissuras e mudança de coloração dos revestimentos.

Há uma série de mecanismos que podem gerar umidade nos materiais de construção, sendo os mais importantes os relacionados a seguir:

-] absorção capilar de água;
-] absorção de águas de infiltração ou de fluxo superficial de água
-] absorção higroscópica de água
-] absorção de água por condensação capilar
-] absorção de água por condensação.

Nos fenômenos de absorção capilar e por infiltração ou fluxo superficial de água, a umidade chega aos materiais de construção na forma líquida, nos demais casos a umidade é absorvida na fase gasosa.

Absorção capilar de água

Os materiais de construção absorvem água na forma capilar quando estão em contato direto com a umidade. Isso ocorre geralmente nas fachadas e em regiões que se encontram em contato com o terreno e sem impermeabilização.

A água é transportada pelos capilares segundo as leis da física, sendo importante a velocidade de absorção capilar e a altura de elevação.

A altura de elevação capilar será maior quanto menor for o raio do capilar, sendo que a velocidade de absorção segue a relação direta, ou seja, quanto

maior o raio do capilar maior será a velocidade de absorção de água.

Caso a água seja absorvida permanentemente pelo material de construção em região em contato direto com o terreno, e não seja eliminada por ventilação, será transportada paulatinamente para cima, através do sistema capilar. Este é o mecanismo típico de umidade ascendente.

Quanto melhor for o sistema de impermeabilização superficial do material de construção, tanto mais alta será a elevação da água na parede, de forma que, caso haja umidade ascendente em paredes, não se deve adotar sistemas impermeabilizantes de superfície.

O método mais eficaz de combater umidade ascendente em paredes é por meio de impermeabilização horizontal eficaz.

Águas de infiltração ou de fluxo superficial

Se o local que está em contato com o terreno não tiver impermeabilização vertical eficaz, ocorrerá absorção de água, pela terra úmida com o material de construção absorvente, que poderá se intensificar caso a umidade seja submetida a certa pressão, como no caso de fluxo de água em piso com desnível.

Nestes casos deverá ser adotada impermeabilização vertical, e se necessário drenagem.

Formação de água de condensação

A uma determinada temperatura o ar não pode conter mais que uma quantidade de vapor de água inferior ou igual a um máximo, denominado peso de vapor saturante.

Esse peso é, por exemplo, de 20 g/kg de ar a 25°C.

Caso o peso de vapor seja menor, o ar estará úmido porém não saturado. Este estado é caracterizado pelo grau higrométrico, igual à relação entre o peso de vapor contido no ar o peso de vapor saturante.

Por exemplo, para o ar a 25°C contendo 12 gramas de vapor de água por quando de ar, grau higrotérmico é de 60%.

$$12/20 \times 100 = 60\%$$

Obras Cíveis	1
Revestimento de Tetos e Paredes	1.11
Falhas em Revestimentos	1.11.12

A diferença entre o peso de vapor saturante e o peso de vapor contido no ar, ou seja, $20 - 12 = 8$ g/kg de ar, representa o poder dessecante do ar.

O poder dessecante do ar e, conseqüentemente, a velocidade de evaporação são mais elevados quando o ar é mais quente e seco, este último indica que o grau higrométrico é menor.

O gráfico a seguir nos mostra que, caso uma massa de ar a 25°C, com grau higrométrico de 60 %, apresente um abaixamento da temperatura sem modificação do peso de vapor gerará maior umidade (grau higrotérmico).

Por exemplo, a 20°C o grau higrotérmico é de 80%, aproximadamente; a 17°C resulta 100 %, ou seja, ar saturado.

Para uma temperatura menor o peso de vapor não poderá exceder o peso de vapor saturante, o que fará o vapor de água condensar-se.

A temperatura de 17°C se denomina ponto de orvalho, correspondente à temperatura de 25°C e a um grau higrotérmico de 60%.

A condensação irá acompanhada de desprendimento de calor.

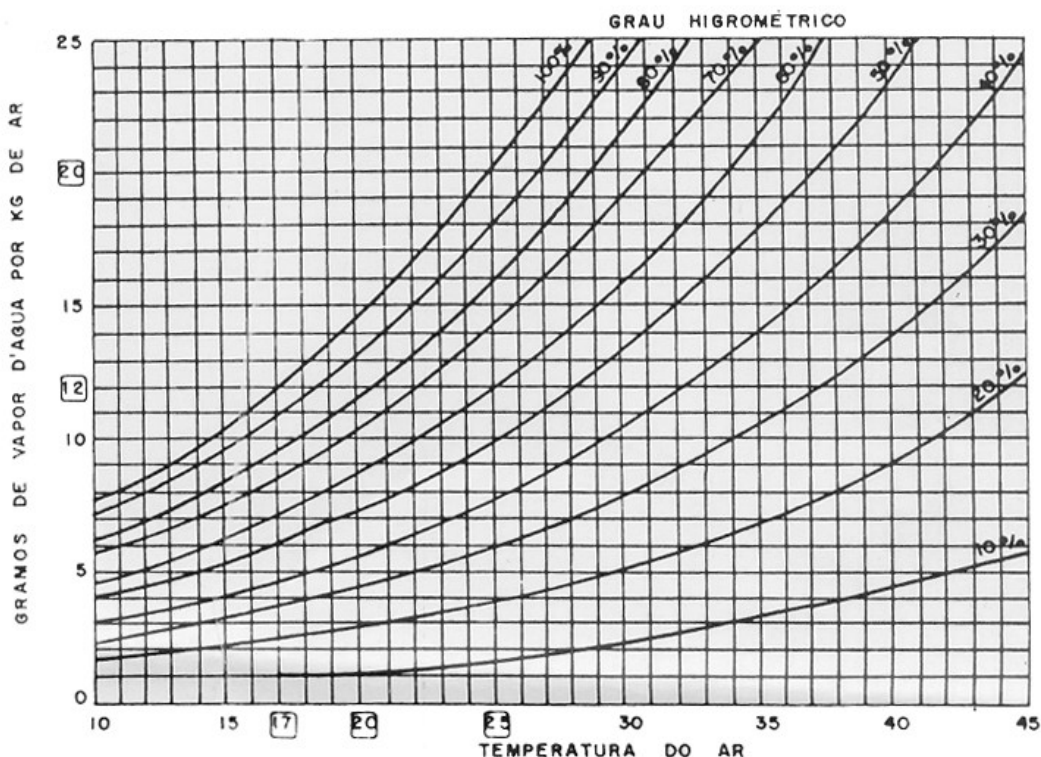
A condensação de um litro de água desprende aproximadamente 0,6 kcal.

Deve-se levar em consideração que a temperatura do ar e a temperatura das paredes de um edifício podem ser muito distintas. Especialmente em platibandas e cantos dos edifícios, de acordo com a proteção térmica existente, ocorrerá uma baixa considerável da temperatura.

Efetivamente pode ser possível que a temperatura do ar seja de aproximadamente 20°C, e nas paredes exteriores seja de 15°C ou 16°C.

Nos cantos do edifício, pode-se chegar inclusive a temperaturas mais baixas, da ordem dos 12°C. Caso a umidade do ar seja de 60 a 70%, nos setores com temperatura de 12°C obrigatoriamente ocorrerá condensação de água, devido à umidade relativa do ar mais elevada causada pela queda da temperatura.

Nesses casos deve-se consultar um especialista, visando melhorar a proteção térmica da parede correspondente do prédio.



<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
Falhas em Revestimentos	1.11.12

Absorção higroscópica de água e condensação capilar

Em ambos os mecanismos a água é absorvida na forma gasosa.

Na condensação capilar a pressão de vapor de saturação da água diminui, ou seja, ocorre umidade de condensação abaixo do ponto de orvalho.

Quanto menores forem os poros do material de construção, mais alta será a quantidade de umidade produzida por condensação capilar. Além do tamanho dos poros, o mecanismo depende principalmente da umidade relativa do ar. Quanto maior for a umidade relativa, maiores serão os espaços dos poros do material de construção que poderão ser ocupados pela condensação capilar.

Um ambiente com umidade relativa do ar em torno de 70% produz nos materiais de construção uma quantidade de umidade por condensação capilar, este valor se denomina "umidade de construção prática" ou "umidade de equilíbrio".

Normalmente, nos materiais não são encontrados teores de umidade menores que a umidade de equilíbrio.

Caso o material de construção contenha sais, a umidade de equilíbrio pode variar consideravelmente. O mecanismo de absorção higroscópica da umidade é desencadeado do ar, grau e tipo de salinização, a água pode ser absorvida na forma higroscópica durante o tempo necessário até alcançar a umidade de saturação.

Naturalmente, a absorção higroscópica da umidade desempenha papel especial nas partes da edificação que se apresentam salinizadas por umidade ascendente.

Os locais subterrâneos e o térreo são os mais afetados por este fenômeno.

Faz-se necessário conhecer exatamente os mecanismos individuais de umedecimento, ou seja, as causas das anomalias, para poder eliminá-los eficazmente.

Para o diagnóstico das anomalias deve-se verificar, especialmente, o grau de umidade e a existência de sais. Em seguida é necessário determinar o grau de umidade dos materiais componentes, tomando-se o cuidado de manter constante a umidade relativa do ar das amostras até ensaio, pois a

variação da mesma pode alterar os teores de umidade higroscópica e de condensação capilar.

Posteriormente deve-se determinar a absorção máxima de água, por imersão. Com este resultado, pode-se determinar o grau de umedecimento, relacionando o teor de umidade com a absorção máxima de umidade.

Para a determinação da absorção higroscópica da umidade deve-se extrair amostras do material de construção, secá-las, e em seguida mantê-las armazenadas em ambiente com umidade relativa do ar correspondente ao valor médio de umidade do ar do local de retirada da amostra.

Após três a quatro semanas de medição, obtém-se a umidade higroscópica de equilíbrio.

Conhecida a proporção da umidade higroscópica com relação à umidade total, e determinando-se a influência da formação de água de condensação, pode-se deduzir a parte correspondente à umidade ascendente real nesse momento.

Um edifício antigo que inicialmente não tinha sido impermeabilizado sofreu umedecimento paulatino de forma ascendente, além de penetração lateral. Sobre o nível do terreno a água pode evaporar, permitindo ao longo do tempo a sedimentação de sais na região. A partir de determinadas concentrações, os sais puderam reter água na forma higroscópica.

As regiões da edificação com umidade foram se deslocando lentamente para cima, produzindo atualmente um quadro visível de danos.

Após anos a sanilização atingiu elevada concentração, à qual pode ser atribuída atualmente a causa determinante da anomalia.

Portanto, uma vez no passado, a causa geradora foi a umidade ascendente na parede, porém hoje o fator determinante é a absorção higroscópica de umidade.

Além da umidade, deverão ser determinados e analisados os compostos solúveis em água nos materiais de construção, e analisados os sais existentes, que possam ser agressivos. Em geral, nestes casos tem importância os teores de cloretos, sulfatos e nitratos.

Não só os dados químicos e físicos devem ser levados em consideração na restauração ou

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
Falhas em Revestimentos	1.11.12

tratamento da anomalia, também é de fundamental importância avaliar as condições de contorno.

Deve-se avaliar especialmente a influência de água subterrânea, de fluxos superficiais de ladeiras, e de águas provenientes de infiltrações. Também não se deve esquecer de avaliar

e eliminar defeitos de construção, como por exemplo, caimentos, prumadas e ralos, para águas pluviais e/ou de lavagem que muitas vezes podem ser deficientes, ou estarem rompidos ou entupidos.

Medidas protetoras

As medidas de proteção contra a umidade na construção deverão ser adequadas ao tipo de mecanismo gerador.

A seguir citaremos alguns dos procedimentos adotados na Europa.

Umidade ascendente em paredes

-] Impermeabilização horizontal, combinando com impermeabilização vertical das paredes exteriores, se for o caso;
-] Procedimento de injeções de produtos químicos por perfurações na parede, com função de reduzir o diâmetro dos capilares e com efeito hidro-repelente.

Impermeabilização vertical-drenagem

Para eliminação de água do terreno por saturação do solo em contato com vigas baldrame e paredes da edificação e de fluxo superficial de água.

Umidade por condensação

-] Melhorar a ventilação do local;
-] Isolamento térmico eficiente, impedindo a formação de pontes térmicas.

Manchas de Fachadas por Contaminação Atmosférica

Nas médias e grandes cidades é muito comum o recobrimento dos revestimentos externos de edificações por pó, fuligem e partículas contaminantes.

O principal responsável por esse fenômeno é a poluição atmosférica, que pode ser classificada em poluentes naturais ou biológicos, e resíduos provenientes de indústrias.

Os poluentes naturais incluem compostos de substâncias minerais, vegetais e animais. Os resíduos químicos e industriais são provenientes de três grandes fatores de emissão: as indústrias de elaboração de produtos semimanufaturados ou matérias-primas; a combustão industrial ou doméstica de todas as espécies de combustíveis, sejam sólidos, líquidos ou gasosos; e a emissão proveniente da combustão dos motores de veículos, especialmente os movidos a diesel.

Partículas contaminantes

Setenta por cento da contaminação atmosférica são constituídos por partículas com diâmetro compreendido entre 1 e 5 μm ($1 \mu\text{m} = 10^{-3} \text{ mm}$), 27% de tamanho superior, e 3% inferior a 1 μm , sendo que quase a totalidade destas partículas se depositará por via seca em dois ou três dias.

Com vento, a difusão turbulenta afeta fundamentalmente as partículas na faixa intermediária, que irá influir decisivamente no manchamento das superfícies verticais e protegidas.

As partículas estarão afetadas pelo choque inercial, ocorrendo deposição sempre que a energia do rebote não superar a força de adesão ao substrato. A possibilidade de que ocorra

é inversamente proporcional ao tamanho da partícula, e a perpendicularidade da direção do choque.

A adesão das partículas contaminantes pode ocorrer por vários processos, segundo a natureza do material de substrato e as condições ambientais.

Pode ocorrer desde um mero apoio sobre a microplataforma, e neste caso a partícula pode ser facilmente varrida por um simples vento, até uma verdadeira aglutinação que pode tornar impossível sua eliminação a não ser exclusivamente por meios de limpeza mecânica.

Fatores que influenciam o manchamento

-] Agentes climáticos Vento

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
<i>Falhas em Revestimentos</i>	<i>1.11.12</i>

O vento, através da velocidade e na direção dos poluentes, pode atuar como dispersante dos mesmos, desde que em direção favorável.

Entretanto, com vento incidente de menor intensidade e com turbilhonamentos rasantes, e em zonas de remanso da edificação (partes mais abrigadas) haverá deposição de partículas. A pátina nestas partes irá aumentando lentamente caso a ação do vento não seja reforçada pela lavagem ocasionada pela chuva.

] Chuva Direta

A chuva incide principalmente na parte superior da fachada, bem como nos bordos laterais, caso não haja obstáculos à sua frente, independentemente da intensidade da chuva.

Nas partes inferiores das fachadas as trajetórias da chuva são quase paralelas, ou seja, verticais, portanto toma-se difícil a lavagem dos paramentos verticais pela água de chuva direta.

] Chuva Escorrida

A chuva direta incidente na fachada ricocheteia para o exterior, ou normalmente permanece na superfície do revestimento, sendo em parte succionada por capilaridade e absorvida por tensão superficial, e após saturação e sobre certas circunstâncias, a água restante começa a deslizar na fachada.

A chuva escorre em forma de fina lâmina ou película, sensível às irregularidades do paramento, e com baixa velocidade, sendo absorvida pelo material de revestimento e pela camada de sujeira depositada.

A água produz uma leve erosão físico-química sobre o material, estabelecendo caminhos preferenciais. O efeito principal, em relação à poluição, é o de lavagem ou arraste parcial ou total das partículas de sujeira depositadas.

Outra consequência é a redistribuição da sujeira, depositando-se conforme vai sendo absorvida, sobre as trajetórias preferenciais.

] Temperatura e Vapor D'água

Normalmente a temperatura decresce regularmente em função da altitude, o que produz um movimento ascensional das camadas quentes de ar inferiores em relação às superiores, mais frias. É essa corrente ascensional que dispersa os poluentes.

A exceção ocorre nas situações em que se tem lugar fenômenos de inversão térmica, que impedem a ação de dispersão dos poluentes, quando os efluentes vertem massas gasosas debaixo da camada de inversão.

A ocorrência de umidade relativa elevada ou de nevoeiro conduz a um incremento notável de deposição e adesão de partículas, e, portanto, de manchamento dos materiais porosos pouco expostos à ação da água e vento. a

Materiais de revestimento - Tipos de materiais

Os tipos de materiais se classificam, de maneira geral, em pétreos naturais, incluindo as rochas mais freqüentes, calcário, arenito, granito e mármore; pétreos conglomerados, incluindo os concretos, independentemente do processo de fabricação, e argamassas de revestimentos; e pétreos Cercos, que incluem, os tijolos e os revestimentos cerâmicos.

Porosidade dos Materiais

A influência da porosidade no manchamento de fachadas intervém diretamente na formação da lâmina de água (lavagem indireta), e na redistribuição da sujeira. Contribui na formação da patina de sujeira, a penetração das partículas nos poros capilares, colmatando-se ou aderindo na superfície, reforçando a deposição de sujeira.

Textura Superficial dos Materiais

] Cor dos Materiais

A intensidade com que se visualiza as lesões nas fachadas é diretamente proporcional ao contraste de cor e tonalidade entre os materiais de revestimento e a pátina de sujeira.

] Dureza dos Materiais

A dureza intervém passivamente no processo de manchamento, pois, segundo o balanço das energias de incidência e rebote, assim como o tamanho das partículas, ocorrerá o rebote das mesmas ao exterior ou ficarão aderidas à superfície do material.

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
Falhas em Revestimentos	1.11.12

Formas de fachadas

Um dos aspectos mais importantes é a inclinação dos planos. Caso haja superfícies horizontais, haverá deposição de partículas por gravidade, e dependendo do acesso e quantidade de água de chuva direta que pode alcançar esses planos, haverá maior formação de manchas isoladas de sujeira, e inclusive deposição de água de chuva.

Todos os elementos que compõem o relevo geral da fachada, que possam criar descontinuidades sobre a superfície do paramento, constituirão fontes de acúmulo de sujeira e, sob certas condições, de água de chuva direta.

Exemplos desses elementos são as irregularidades ornamentais da fachada, como estrias e relevos, sobressalentes ou rebaixadas; juntas de tijolos, de montagem, ou funcionais; terraço; varanda; decorativos ou de drenagem como cornijas, gárgulas ou prumadas externas de águas pluviais.

Contaminação Ambiental por Substâncias Agressiva

A estabilidade dos materiais de construção está relacionada à absorção de água, e principalmente à captação de substâncias agressivas.

Estas últimas se dividem genericamente em dois grupos: salinas e gasosas.

Os sais são incorporados ao material junto com a água absorvida por capilaridade, e as gasosas podem penetrar dissolvidas na água de chuva ou na forma de gases por difusão.

As principais substâncias gasosas são compostas por gases ácidos que se encontram na atmosfera, basicamente os óxidos de enxofre e de nitrogênio.

O concreto armado é afetado também pelo dióxido de carbono, que provoca a redução da alcalinidade do concreto ao longo do tempo.

Com relação aos danos, é, a princípio, indiferente se as substâncias gasosas penetraram no material junto com a água de chuva, por absorção capilar, ou mediante difusão, pois ambos os casos conduzirão à formação de sais dentro do material de construção.

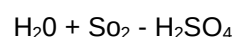
Seus aglomerantes são transformados em sais solúveis, conforme esquema abaixo:

Aglomerante Alcalino + ácido - Sal + água

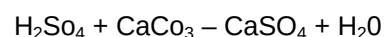
As substâncias agressivas penetram no material de construção por meio da absorção capilar.

As maneiras mais usuais de captação direta dos sais pelos materiais de construção ocorrem nas regiões de respingo ou névoa de água, ou em partes não impermeabilizadas da construção que se encontram em contato com o terreno.

Um tipo de contaminação ambiental muito comum nos centros urbanos é a formação de chuva ácida, conforme equações abaixo:



Dióxido de enxofre resultante da queima de combustíveis (indústrias, residências e veículos) e água de chuva forma ácido sulfúrico.



O ácido sulfúrico reage com o carbonato de cálcio (rochas calcárias, mármore, concreto e argamassas endurecidas) formando gesso.

Danos decorrentes de absorção de água e substâncias agressivas

] Corrosão mecânica

Os sais solúveis ocorrem nos materiais através de diferentes mecanismos de captação; por exemplo, sais aspergidos pelo ar, sobre o piso ou sobre as matérias primas.

Entre os sais agressivos, os principais são os sulfatos solúveis, os cloretos e nitratos.

A água ao evaporar faz com que os sais se cristalizem nos poros, e conseqüentemente a concentração de sais vai aumentando paulatinamente.

Os danos são decorrentes da cristalização e formação de hidratos. Essas variações de origem física e química produzem, pelo aumento de volume, pressões expansivas elevadas, as quais acabam por destruir a estrutura porosa do material.

Essas pressões entre 20 e 200 MPa superam a resistência da maioria dos materiais de construção de origem mineral.

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
Falhas em Revestimentos	1.11.12

] Corrosão química

Os gases ácidos de queima dos combustíveis orgânicos provocam a destruição dos aglomerantes nos materiais de construção de origem mineral.

O caso clássico constitui os aglomerantes calcários não solúveis (carbonato de cálcio) que são transformados em gesso solúvel (sulfato de cálcio). A troca química dos aglomerantes, a retribuição dos mesmos, é de fundamental importância no processo de deterioração.

Os componentes do gesso solúvel vão se concentrando lentamente na superfície do material de construção, formando incrustações agressivas, produzindo erosão e deterioração superficial.

A corrosão pela ação de cloretos é muito importante em estruturas de concreto armado. A partir de concentrações de aproximadamente 0,4% da massa de cimento, os íons cloreto dentro do concreto provocam o processo de corrosão da armadura.

As conseqüências deste processo destrutivo correspondem à ruptura do concreto de cobrimento da armadura.

] Corrosão biológica

Superfícies úmidas de materiais de construção são atacadas freqüentemente por microorganismos de origem botânica e animal.

Trata-se principalmente de bactérias, mofos, algas e líquens, que possuem metabolismo ativo.

As superfícies afetadas são mantidas permanentemente úmidas pelos microorganismos, e por precipitação de produtos metabólicos podem chegar inclusive a gerar uma salinização adicional do material.

A corrosão biológica dos materiais de construção de origem mineral é agravada por danos provocados por água de condensação.

] Perda de isolamento térmico por umedecimento

O material de construção molhado ou umedecido tem sua capacidade isolante térmica reduzida, ocorrendo condensações de vapor de água, gerando maior grau de umidade.

Consequentemente, a isolamento térmica diminui, aumentando a condensação.

O material úmido constitui um campo de cultivo ideal para os microorganismos.

RECOMENDAÇÕES NAS FASES DE PROJETO, EXECUÇÃO E MANUTENÇÃO DOS REVESTIMENTOS

Recomendações na Fase do Projeto

O desempenho dos materiais e sistemas de revestimento de uma edificação está relacionado diretamente com o projeto.

Nas fases de anteprojeto e projeto deverá ser definida e especificada a qualidade desejada do revestimento levando-se em consideração as exigências funcionais de estética, estabilidade, permeabilidade à água, durabilidade e manutenção.

As exigências estéticas estão relacionadas ao acabamento compatível com o padrão da edificação, previamente julgado pelo usuário.

A estabilidade refere-se à aderência e à capacidade de absorver, deformações compatíveis às tensões normais e tangenciais atuantes no revestimento e na interface com a base, advindas das deformações das alvenarias e das condições climáticas às quais o revestimento está exposto.

O sistema de revestimento deve garantir determinadas características de impermeabilidade à água, através da própria argamassa, caso seja aditivada, ou pelo material de acabamento (pintura, revestimento em pedra, cerâmico etc.).

Os revestimentos devem apresentar, ainda, características de durabilidade quanto à conservação da cor, brilho, textura, e integridade do material de revestimento relativamente a condições de exposição, utilização e aplicação de produtos de limpeza.

O custo de manutenção deve ser baixo, sendo previstas em projeto condições de acesso caso seja necessária a realização de serviços de limpeza e eventual execução de reparos localizados no próprio revestimento ou em outros materiais ou componentes que façam parte da fachada.

Escolha dos materiais de revestimento

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
<i>Falhas em Revestimentos</i>	<i>1.11.12</i>

Na falha de projeto é necessário escolher materiais adequados às condições de uso, exposição e agressividade do meio, levando-se em consideração as várias exigências funcionais.

Assim, a escolha dos materiais de revestimento requer premissas como o conhecimento dos materiais e sistemas de revestimento, suas características, cuidados e detalhes executivo e eventuais deficiências (projetista); a caracterização das condições de uso, exposição e agressividade do meio (projetista/usuário); e as especificações das exigências funcional (usuário/projetista).

Devem ser elaborados desenhos, contendo esquemas e detalhes construtivos (projetista) cadernos de encargos e de manutenção.

Os cadernos de encargos devem conter especificações técnicas dos materiais e sistema de revestimento a serem utilizados, e procedimentos de execução (projetista).

Nos cadernos de manutenção devem ser especificados os cuidados e procedimentos de modo que a manutenção a ser realizada pelo usuário seja adequada aos revestimentos.

Deverá ser feita uma análise das condições regionais, locais e do terreno onde se executará a edificação, quanto às condições de exposição e agressividade do meio de modo a selecionar e especificar os materiais de revestimento mais apropriados às solicitações a estarão submetidos.

As condições de exposição e agressividade do meio deverão ser identificadas na do projeto. Na relação a seguir estão indicados os principais aspectos a serem analisados e cada uma das condições previamente apresentadas.

Condições regionais

-] Índice pluviométrico
-] condições ambientais (temperaturas média, máxima e mínima anual, velocidade do vento, umidade relativa);
-] fontes de contaminação do ar da região e seu encaminhamento pelas correntes de ar.

Condições locais

-] a edificação será construída em área urbana industrial ou rural? (deposição de fuligem, pó e poluentes lançados na atmosfera);
-] fluxo e tipo de veículos em rodovias e/ou vias públicas próximas ao empreendimento (liberação de monóxido de carbono, enxofre, vibrações etc.);
-] condições higrométricas do local (próximo a represas, matas etc.);
-] local é sujeito a inundações?
-] a edificação ficará em área sujeita à maresia? o
-] Condições do terreno
-] nível do lençol d'água em relação à cota do terreno;
-] contaminação do solo quanto à existência de sais solúveis, que possam causar deterioração da estrutura e/ou da argamassa, ou provocar eflorescências?
-] presença de vegetação ao lado da edificação modificando as condições de ventilação e umidade? (árvores, arbustos, jardineiras, floreiras);
-] microorganismos e animais?

Condições de edificação

-] gráfico de insolação com relação à orientação das fachadas da edificação;
-] incidência de chuva, turbulência e insolação em relação às edificações existentes no entorno;
-] a altura da edificação poderá expor as fachadas (revestimentos e caixilhos) a condições específicas de exposição a chuvas sob pressão de vento;
-] contato com produtos químicos agressivos e/ou durante o processo de fabricação desses produtos, no caso de indústrias.

A escolha do tipo de argamassa dependerá da aparência final desejada e da compatibilidade da argamassa com o acabamento decorativo proposto.

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
Falhas em Revestimentos	1.11.12

Após a escolha dos materiais e sistemas de revestimentos a serem utilizados na edificação, deverá ser elaborada uma relação de especificações técnicas quanto à qualificação dos constituintes, materiais e/ou sistemas de revestimentos a serem utilizados. Os materiais não normalizados deverão ter sua qualidade definida.

Os procedimentos referentes à execução das bases e preparação das superfícies que receberão os materiais de revestimento, critério de inspeção e os procedimentos de execução referentes aos materiais de revestimento e seus critérios de inspeção e aceitação também deverão ser relacionados.

Deverão ser elaborados desenhos contendo esquemas e detalhes construtivos.

Esta documentação se faz necessária para a fixação das medidas de controle, visando assegurar a inclusão dos requisitos estipulados em projeto nas etapas relacionadas a seguir:

-] aquisição de materiais, equipamentos e serviços;
-] verificações da conformidade dos materiais, equipamentos e serviços de forma a assegurar o cumprimento das especificações;
-] controle de manuseio, transporte e armazenamento dos materiais, de modo a evitar contaminações, danos, deteriorações ou perdas;
-] controle da execução, verificando a conformidade dos serviços, por meio de planos, especificações, procedimentos e instruções pertinentes, juntamente com listas de verificação.

Detalhes de projeto

Na fase de projeto devem ser adotados determinados cuidados de modo a minimizar as falhas dos revestimentos.

As chuvas, sob pressão do vento ou não, provocam a formação de lâminas de água que irão escorrer sobre as fachadas, portanto, para garantir a estanqueidade e minimizar a deterioração do revestimento, deverão ser adotados alguns detalhes construtivos, como pingadeiras, molduras,

cimalhas, peitoris e frisos, visando dissipar concentrações de água.

A geometria das fachadas deverá ser estudada de modo a evitar que o fluxo de água se dirija para pontos vulneráveis, como juntas e caixilhos, permitindo que o próprio fluxo de água faça a limpeza do paramento de modo a evitar a deposição de fuligem e empoçamento de água.

As prumadas externas de águas pluviais, em tubo de PVC, galvanizado ou zinco, em geral são fixadas na alvenaria.

Caso a superfície da parede apresente irregularidades, o que é normal, a prumada e a alvenaria se tocarão em certos locais e a sujeira, como pó e folhas, se acumulará formando deposições que reterão na alvenaria umidade proveniente de água de chuva.

Pode ser que não ocorram infiltrações, se a alvenaria estiver em uma fachada ensolarada. Porém, não é possível descobrir a tempo as infiltrações, e poderão ocorrer problemas sérios antes que se perceba a causa.

A utilização de espaçadores entre o parafuso de fixação e a prumada evitará possíveis pontos de contato e, portanto, o acúmulo de sujeira e umidade.

Deve-se evitar que os parafusos de fixação sejam introduzidos diretamente nas argamassas de assentamento dos blocos, a fim de impedir que ocorram preferenciais de penetração de umidade.

É fundamental prever verificações periódicas do estado da tubulação, quanto a eventuais entupimentos, perfurações, corrosão e estado da pintura, se for o caso.

A elaboração de projeto de isolamento térmica e impermeabilização das lajes é essencial para que se obtenha desempenho satisfatório das alvenarias, e conseqüentemente dos revestimento, oriundo desta maneira a ocorrência de trincas em alvenarias e de infiltrações de água pelas fissuras do revestimento, ou por deficiência da impermeabilização.

A ocorrência de ponte térmica (parte de fachada que oferece menor resistência térmica) gera condensações, e se não houver queda de temperatura abaixo do ponto de orvalho, a diferença de temperatura entre diferentes partes faz com que as correntes de conexão sejam maiores

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
<i>Falhas em Revestimentos</i>	<i>1.11.12</i>

nas superfícies mais frias, gerando deposição de poeira e fuligem rapidamente nestes locais. Este fenômeno é particularmente notado em terraços e platibandas com elementos vazados, onde as nervuras se apresentam mais limpas e próximo a cantos formados pela interseção de paredes.

Na medida do possível, é conveniente evitar as pontes térmicas ou compensá-las com isolamento complementar.

Tabela 6. Controle de deposição de partículas nas fachadas

<i>Textura dos Materiais</i>	Redução da rugosidade quando:] a visualização da deposição irá ser muito evidente;] a exposição irá ser alta e a proteção escassa;] a exposição é boa, nas partes não afetadas;] está prevista deposição acelerada;] não está prevista manutenção periódica.
<i>Textura e Disposição da Fachada</i>	Os relevos exclusivamente decorativos devem ser evitados, independentemente do grau de exposição. Planos inclinados para fora da fachada (para baixo) só são recomendáveis caso posam estar submetidos a lavagem total. Devo-se estudar a continuidade dos planos supracitados com os imediatamente inferiores, de modo a evitar escorridos de sujeira e deposições.
<i>Controle para eliminação e redistribuição de deposição de partículas nas fachadas</i>	] Sempre é preferível exposição elevada.
Fachadas abrigadas (sem lavagem)	] grau de exposição pode ser indiferente caso a proteção seja elevada
Aceitáveis, salvo:	] Em edifício desprotegido a exposição pode ser muito variável, conforme a orientação das fachadas
] com revestimentos calcáreos em ambientes sulfurosos;] com texturas profundas (dos materiais ou da fachada);] caso apresentem componentes contendo sais sensíveis à lavagem diferencial	Fator de Proteção
<i>Fachadas submetidas à ação do vento o da chuva</i>	] É aconselhável o menor fator de proteção possível] Distintos níveis de proteção em urna mesma fachada são perigosos.
Controle de água de chuva direta	] A proteção total atua como uma exposição muito baixa
Fator de Exposição	

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
Falhas em Revestimentos	1.11.12

Notas:

Fator de exposição – parâmetro que avalia a ação da chuva o do vento. É obtido pela soma dos produtos da velocidade do vento pela quantidade o a chuva precipitada, para cada direção considerada.

Fator de proteção - parâmetro que avalia as condições atenuantes com relação à ação da chuva o do vento, em relação a cada fachada considerada

da edificação. Está relacionado com o perfil do terreno, morfologia urbanística, proteção de edificações vizinhas, da rua, o da própria medição de proteção das fachadas.

Tabela 7. Controle do grau de manifestação/percepção da deposição. Controle da aparência com o uso de materiais.

Textura	Não se deve utilizar a textura isoladamente, a não ser em combinação com cores o outros fatores. A textura rugosa deve ser evitada, salvo com garantias de lavagem abundante ou com cores fortes. A textura dos agregados aparentes ou que imitam tijolos ou concreto é adequada caso seja colorida.
Cor	É adequada nos bordos com absorção de água escorrida ou em outras áreas de lavagem irregular (parapeitos planos ou com diversas inclinações, curvaturas etc.) Cores com intensidades intermediárias são preferíveis às de tonalidades quentes. Quanto mais escura for a cor do material, maior capacidade terá de dissimulação. São preferíveis as cores não lisas, com desenhos, marcas, decorações, etc., que favorecem mais a dissimulação da pátina de poluição.
Combinação o Modulação de Materiais	É recomendável as combinações de materiais porque a diversidade de texturas o colorações contribua para dissimular a irregularidade da sujeira. Como critério geral, juntas profundas, poças pequenas, diferença de cor ou tom entre peças e junta, coloração escura para as poças. São utilizáveis as juntas de modulação de materiais, principalmente as profundas. As funcionais ou de montagem de grandes peças são pouco úteis o às vezes perigosas.
Imposta	A determinada distância (preferencialmente um ou dois por andar), com sacada suficiente porém dotada do vertedor e pingadeiras para evitar escorrimento.

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
<i>Falhas em Revestimentos</i>	<i>1.11.12</i>

Relevos Decorativos	Adequados caso sejam pouco destacados o homogeneamente distribuídos no paramento. É desaconselhável os isolados ou muito salientes ou profundos.
Estriados	São mais adequados em forma de estrias, preferencialmente verticais a distribuídas a pequenas ou médias distâncias.

É conveniente que sejam evitados detalhes que favoreçam o acúmulo de água. Assim, não devem ser utilizadas seções em "U" desprovidas de pontos de drenagem em sistemas de captação de água pluvial de coberturas.

As superfícies horizontais devem ter inclinação de pelo menos 1 %. Este caimento será previsto de modo que a água verta para o exterior da obra. Além disso, deverão ser tomados cuidados especiais de manutenção, a fim de que os pontos de drenagem não fiquem obstruídos de modo que a água de telhados e balcões verta distante da obra.

Os ralos e respectivos condutos de captação de água devem ser dimensionados corretamente, evitando vazamentos e encharcamentos de platibandas.

Os caixilhos podem constituir um ponto vulnerável às infiltrações de água na medida em que possam apresentar problemas de estanqueidade.

As janelas devem ser submetidas a ensaio, a fim de serem detectados eventuais pontos susceptíveis a infiltrações de água, para que sejam procedidas as devidas correções no projeto, de modo que se obtenha perfeita vedação, evitando-se, dessa forma, a penetração de água, que poderá gerar quadros patológicos na argamassa de revestimento.

Os ensaios de desempenho quanto à estanqueidade ao ar e à água e quanto à resistência à carga de vento são realizados conforme metodologia específica, segundo a NBR 7202. Desempenho Janela de Alumínio em Edificações de Uso Residencial e Comercial.

O ensaio visa simular condições de exposição a chuvas com vento, e ao vento simplesmente, com a aplicação de pressões equivalentes a velocidades de vento determinadas seguindo as isopletas de vento, específica para cada região.

Constam das tabelas a seguir algumas das recomendações elaboradas pelo arquiteto Francisco Javier León Vallejo, da Universidade de Valladolid, Espanha, quanto a cuidados na fase de projeto visando minimizar a deposição de poluentes e o conseqüente manchamento de fachadas.

Recomendações na fase de execução

A adequada execução dos serviços de revestimento necessita de elaboração prévia de cadernos de encargos, contendo Normas, especificações técnicas e procedimentos.

Os cadernos de encargos facilitam o controle do recebimento, estocagem, manuseio e transporte dos materiais, além do próprio controle da execução, na medida em que é verificada a conformidade dos serviços, por meio de listas de verificação adotadas como registro.

A qualificação e treinamento dos operários é um fator importante na fase de execução. Os operários devem conhecer com clareza as atividades que irão desenvolver e ter suas respectivas responsabilidades definidas.

É fundamental, também, que se disponha de equipamentos e ferramentas adequadas para o bom andamento da execução.

Execução de revestimentos de argamassa

A constituição do revestimento de argamassa depende de alguns requisitos, assim como sua capacidade de absorção, da aspereza da superfície externa da base do emboço e até do clima local.

A resistência da argamassa deve diminuir de dentro para fora, isto é, do emboço para o reboco, e essa resistência nunca deve ser interrompida, como no caso de duas camadas mais resistentes estarem separadas por uma menos resistente.

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Revestimento de Tetos e Paredes</i>	<i>1.11</i>
<i>Falhas em Revestimentos</i>	<i>1.11.12</i>

Na preparação da argamassa e na execução do revestimento devem ser consideradas algumas recomendações.

Preparo das superfícies

A superfície da base para as diversas argamassas deverá apresentar as seguintes características:

-] ser regular, para que a argamassa seja aplicada em espessura uniforme;
-] apresentar-se limpa, livre de pó, materiais soltos, graxas, óleos ou resíduos orgânicos (desmoldante);
-] as eflorescências deverão ser totalmente removidas antes da aplicação da argamassa;
-] ser áspera, quando demasiadamente lisa deverá ser escarificada e/ou coberta com uma aplicação de argamassa de chapisco.

Caso a base do revestimento apresente elevada absorção, deverá ser suficientemente pré-moldada; e deverá ser aplicada argamassa de chapisco caso seja parcial ou totalmente não absorvente, e também quando não apresentar-se suficientemente áspera ou constituir-se de materiais de graus de absorção diferentes.

Superfícies impróprias, como, por exemplo, madeira ou ferro, deverão ser cobertas com um suporte de revestimento (tela de arame etc.).

Caso seja empregado chapisco, a camada deverá ser uniforme, em pequena espessura, e acabamento áspero. O revestimento só poderá ser aplicado quando o chapisco apresentar endurecimento tal que não possa ser removido com a mão, o que requer, para argamassas de cimento e areia, no mínimo 24 horas para aplicação do emboço.

Preparação da argamassa

Durante a preparação da argamassa, na mistura do aglomerante e de eventuais aditivos, devem ser tomados alguns cuidados especiais. Deve-se observar procedimentos de execução como tempo de repouso da pasta de cal e da argamassa.

deverá ser misturado separadamente à água e adicionado à argamassa de cal somente pouco tempo antes da execução do reboco.

As argamassas em estado de endurecimento e que contenham aglomerantes hidráulicos ou gesso não se tornam novamente trabalháveis mediante novas adições de água.

O gesso para construção não deve ser misturado com cimento.

Se o cal e o gesso forem utilizados juntos, o gesso

Execução da camada de emboço

Após o correto posicionamento das taliscas e a execução das guias com argamassa mista de cimento e cal para emboço, é executada a camada de emboço.

O desempenho é realizado com régua apoiada sobre as guias, movimentada da direita para a esquerda e vice-versa, e de baixo para cima.

Em dias muito quentes, principalmente em locais expostos ao sol, os revestimentos devem ser mantidos úmidos por pelo menos 48 horas após a aplicação.

A camada de emboço necessita de um período de cura de pelo menos sete dias antes da aplicação do reboco.