

## Desempenho aderido

### Para professora da Universidade Federal de Goiás, qualidade dos revestimentos de argamassa depende de mecanização da obra e maior controle da execução

Por Luciana Tamaki

#### HELENA CARASEK

Engenheira civil graduada pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos), possui mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), doutorado em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo (Poli-USP) e pós-doutorado pelo Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse (INSAToulouse). Desde 1994 é professora da Universidade Federal de Goiás (UFG), onde também coordena o Núcleo de Tecnologia das Argamassas e Revestimentos (Nutea). Helena também é coordenadora do GT-Argamassas da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (Antac). Em 2006, recebeu a mais alta condecoração do Estado de Goiás, a "Comenda da Ordem do Mérito Anhanguera", por seu destaque em ensino e pesquisa.



Na execução de fachadas e revestimentos argamassados, um dos principais fatores que trazem patologias e deve ser combatido é a variabilidade da qualidade da execução. É nos extremos que ocorrem as patologias, não nos valores médios, destaca Helena Carasek. A tecnologia hoje já disponibiliza artifícios como balancins motorizados e equipamentos de projeção que diminuem essa variabilidade: pesquisas desenvolvidas pela UFG mostram que a ergonomia do operário aos locais de projeção do revestimento influenciam em seu desempenho final, e, com equipamentos mais ágeis, o deslocamento do operário vai contribuir com a facilidade de execução. Mas, principalmente, o treinamento é fundamental, para cada um saber a natureza de sua tarefa naquela construção e por que executá-la da forma exigida. Mesmo os engenheiros de obra muitas vezes precisam de treinamento para entendimento do projeto de revestimento, e por isso a presença do projetista em obra é fundamental. Cada vez mais, aponta Carasek, os projetos terão enfoque na produção, como são os projetos de fôrmas e impermeabilização, e esses projetos serão cada vez mais presentes na construção e sua adoção à risca fundamental, na contribuição para as melhores práticas e fim da improvisação na construção.

#### **Os construtores atualmente vêm enfrentando problemas com passivos técnicos originados na época do boom de obras nos últimos anos. Entre as patologias nos revestimentos, internos e externos, figuram problemas como descolamento de pastilhas e revestimentos cerâmicos, rachaduras, acabamentos sem padronização. Em sua opinião, quais as principais causas desses problemas?**

O boom das construções, entre outros, levou à necessidade de maior velocidade de execução dos edifícios, o que nem sempre permite execução com qualidade. Outra consequência foi, com a alta procura, a consequente falta de mão de obra qualificada e também falta de materiais de qualidade. Além disso, os edifícios atuais se caracterizam por terem estruturas cada vez mais deformáveis, mas os revestimentos de argamassa e cerâmicos não têm a capacidade de acompanhar estas deformações, e acabam por fissurar ou descolar. A alta deformação ocorre por fatores como a altura dos edifícios, que sofrem mais com efeitos de vento e se deformam mais; pelos métodos de dimensionamento das estruturas, que estão cada vez mais sofisticados e permitem estruturas mais esbeltas; pelo aumento da resistência do concreto, que não foi necessariamente acompanhado pelo módulo de elasticidade nas mesmas taxas; e pela maior necessidade de execução com velocidade, implicando a retirada de fôrmas e escoramentos com o concreto ainda jovem, com baixo módulo de elasticidade.

#### **Em caso de alta deformação, deveria ser adotado outro revestimento? Isso é da natureza do material, ou os revestimentos um dia acompanharão as deformações?**

Acredito que exista tecnologia para fazer esse revestimento de fachada, mas seria muito caro, porque exige alto teor de polímeros, que conseguiriam aguentar essas deformações, mas são incompatíveis com nossa técnica construtiva e com os custos reservados pelas construtoras para alvenaria e

revestimento. Também seria possível trabalhar mais com painéis de alvenaria isolados da estrutura, com selantes também poliméricos, que preenchem essas juntas de movimentação e permitem que a estrutura trabalhe separadamente da vedação. Mas, novamente, isso implica custo alto, além da questão

### **A aplicação de revestimentos argamassados tem um caráter mais artesanal, dependente da qualidade e da produtividade da mão de obra. É possível tornar a execução desse serviço mais rápida e padronizada?**

Sim, acredito e defendo muito a mecanização da construção civil, mas não somente visando ao aumento da produtividade e da velocidade, mas principalmente pelo aumento da qualidade, pela melhoria do desempenho dos revestimentos. Para isso, são importantes a motorização dos balancins e a aplicação mecanizada das argamassas por projeção. Quando se usam os balancins de catraca, por conta do seu peso, não é possível passar várias vezes pelo mesmo trecho de fachada, e algumas etapas são "atropeladas" ou feitas sem intervalo necessário entre uma e outra.

### **Com o equipamento motorizado isso não ocorre.**

Eles têm facilidade de operação, e permitem o posicionamento adequado do operário na frente de serviço. Na UFG fizemos estudos em obra que mostram a influência da ergonomia nas resistências dos revestimentos. Nas regiões bem de frente ao operário, favoráveis à aplicação, as aderências são mais altas. Já nas partes superior e inferior das paredes e nos cantos em que ele não consegue bom acesso, a aderência é mais baixa. Melhorar a uniformidade é muito importante, pois as patologias não acontecem na média, e sim nos valores extremos.

### **E a argamassa projetada?**

Temos vários trabalhos científicos que comprovam o aumento da aderência, a redução da permeabilidade, e a redução dos coeficientes de variação desses resultados, em comparação com a aplicação manual. A projeção mecanizada garante a melhor compactação da argamassa na base, o que leva a um aumento na extensão de aderência, ou seja, uma redução dos defeitos na interface argamassa-substrato.

### **Quais os principais tipos de sistemas mecanizados de aplicação da argamassa? Quais as vantagens e desvantagens de cada um deles?**

Basicamente há dois sistemas de projeção: a bomba de projeção e o sistema conhecido como canequinha, que é o projetor por spray com recipiente acoplado. As vantagens da canequinha são a facilidade de operação e o baixo risco de entupimento, que, por esta razão, não exige que seja empregada uma argamassa muito "elaborada" na formulação, pode ser preparada em obra. A bomba já é um equipamento mais sofisticado, mais caro. Geralmente é necessário utilizar argamassa industrializada, pois a dificuldade é exatamente bombear a argamassa até o local de projeção. Esse sistema pode resultar em maior produtividade que a caneca, porque a produção tem fluxo contínuo, enquanto a canequinha exige a estocagem da argamassa pronta próxima do local de uso, e a aplicação é intermitente.

### **A canequinha parece um meio-termo entre o manual e a projeção. Ela vai continuar uma tendência?**

Pelo lado da qualidade do revestimento, acredito que sim. Há pesquisas na UFG e no Brasil inteiro com bomba e canequinha, e, como resultado desempenho e qualidade de revestimento e aderência, os dois equipamentos deram resultados muito bons. A industrialização de fato é com uso da bomba, a canequinha é mais rústica, mas muitas vezes ela atende bem, até porque algumas construtoras não querem trabalhar com argamassa industrializada. A grande vantagem da bomba é justamente transportar o material a grandes distâncias. Deixa-se de usar o elevador da obra, o que melhora também a questão logística. A desvantagem da bomba é que é um equipamento mais caro, que exige uma argamassa bem formulada, senão entope. Muitas pessoas pensam que o entupimento está ligado à dificuldade de projeção, mas não é; a argamassa é fácil de projetar, a dificuldade é bombeá-la.

### **A qualidade da execução dos revestimentos também está ligada à qualidade da alvenaria. Quais os aspectos mais importantes a serem controlados e verificados durante a execução desse sistema para evitar esse tipo de problema?**

O aspecto mais importante a ser verificado é a compatibilização das alvenarias com as estruturas e seus respectivos revestimentos. As tensões e deformações devem ser compatíveis com os revestimentos aplicados. Então, ou se projetam as alvenarias e os revestimentos para as tensões impostas pela estrutura, ou limitam-se as deformações das lajes, vigas e pilares. Também devem ser

considerados aspectos mais diretos, como a limpeza da base e as características de rugosidade e de sucção de água das alvenarias que vão interferir no desempenho do revestimento.

### **De que forma o projeto de revestimentos pode minimizar a ocorrência de patologias? Que informações são indispensáveis em um bom projeto?**

O projeto de revestimento corresponde à definição clara e precisa de todos os aspectos relativos a materiais, técnicas, detalhes construtivos e padrões e técnicas de controle de qualidade. Ele é constituído de, no mínimo: definição dos tipos de revestimento; especificação das características das argamassas e espessuras das camadas; especificação técnica dos materiais constituintes das argamassas preparadas em obra, além dos demais materiais a serem empregados (peças cerâmicas, argamassas industrializadas, selante, telas de reforço, etc.); procedimentos de serviço, com técnicas, equipamentos e ferramentas a serem utilizadas, além dos padrões de qualidade exigidos para os serviços; fluxo de balancins; posição dos arames de fachada e estudo de mapeamento; estudo e definição de detalhes arquitetônicos e construtivos que afetam o desempenho dos revestimentos; definição da disposição e dimensões de telas de reforço; localização e detalhamento das juntas de movimentação; paginação do revestimento cerâmico. O projeto de revestimento deve se fundamentar em aspectos como as propriedades da base, como porosidade e absorção de água, textura, resistência mecânica; condições de exposição das fachadas; acabamento decorativo previsto; materiais locais disponíveis para a produção das argamassas e seus custos; características da obra, como condições de execução dos serviços (instalações do canteiro de obra e equipamentos de transporte horizontal e vertical), técnicas de execução, treinamento de equipes e prazos previstos para a execução do acabamento decorativo; e deformações previstas da estrutura, verticais e horizontais. Assim, como o projeto tem enfoque na produção (especificação e execução), o projetista concentra boa parte do trabalho durante a obra, dando apoio ao engenheiro, ao mestre e à equipe de execução do revestimento. Também é essencial testar, na própria obra, os materiais e processos que se pretende utilizar, verificando in loco o adequado desempenho das argamassas aplicadas nas bases existentes.

### **Têm-se disseminado por diversas regiões do País empreendimentos residenciais altos, com mais de 40 pavimentos. Qual o comportamento dos diversos tipos de revestimento de fachadas nessas condições?**

Edifícios cada vez mais altos muitas vezes têm estruturas mais esbeltas e deformáveis. O impacto dessa questão no desempenho de outros subsistemas, tais como alvenaria de blocos cerâmicos ou de concreto e revestimento de argamassa, pode ser muito negativo, pois eles "aceitam" pouca deformação e podem apresentar uma elevada incidência de manifestações patológicas. Cada vez mais se evolui para a aplicação da teoria dos sistemas, que considera todas as interfaces e interferências entre os diversos sistemas construtivos do edifício. Isto, inevitavelmente, tornará obrigatória a existência do projeto de revestimento, como outros novos projetos outrora irrelevantes na prática construtiva.

### **Quais seriam esses novos projetos?**

São, na realidade, uma série de projetos que nem todos fazem. A tendência é cada vez mais ter projetos com enfoque na produção, como é o projeto de impermeabilização, projeto de fôrmas. Aqui em Goiânia, por exemplo, não há o hábito de se fazer projeto de contrapiso, no qual se colocam o caimento, os diferentes níveis. Isso é um estudo que o próprio engenheiro da obra resolve com o mestre, e muitas vezes mal.

### **Quais os cuidados específicos a serem adotados no âmbito do projeto?**

O primeiro é a compatibilização com vistas para o desempenho. Do ponto de vista de detalhes construtivos, o posicionamento adequado das juntas de movimentação e das telas de reforço contribui para a durabilidade dos revestimentos. E, para edifícios altos, cada vez mais se torna necessário o emprego de argamassas mais flexíveis de reboco, colante e de rejuntamento.

### **E no que se refere à execução do revestimento?**

Acredito muito no treinamento da mão de obra e no controle da execução. Como eu mencionei, a patologia não acontece na média e sim nos extremos, então não se pode deixar que os extremos aconteçam. Para isso, é necessário maior controle em todas as etapas: limpeza da base, execução do chapisco, projeção do revestimento, cura úmida das argamassas, etc.

### **Na prática, como controlar esses extremos?**

As construtoras têm seus procedimentos de execução de serviço, um documento escrito e bom, mas na

obra muitas vezes não o executam. Uma etapa como limpeza da base é essencial, não adianta por exemplo a estrutura de concreto estar com desmoldante, porque vai provocar problemas de descolamento do revestimento. Devem existir formas de controle e pessoas responsáveis por esse controle intermediário. Acredito mais em controles parciais do que "esburacar" a fachada inteira fazendo testes de aderência, que muitas vezes não atendem o valor na norma, para depois a construtora não tirar o revestimento que não atendeu. É um custo muito mais alto fazer esses testes posteriormente, e sem grande retorno. Não há muito que se fazer. É muito importante ter os controles parciais, ao longo do processo, com a limpeza da base, verificação da resistência superficial do chapisco, se está bem aderido e não está pulverulento.

### **Que tipos de problemas de execução podem acontecer?**

Uma vez um prédio apresentava várias fissuras no revestimento de argamassa na região de interface alvenaria-estrutura. O construtor alegava que tinha empregado as telas metálicas de reforço, mas, como não existia um padrão lógico de fissuração, quebramos o reboco e vimos que em alguns locais as telas estavam bem colocadas, em outros elas não haviam sido colocadas, e em alguns elas foram aplicadas, mas mal posicionadas, quase que totalmente sobre a estrutura, sem ancoragem suficiente. Em outro caso o operário, ao executar a junta de movimentação de um revestimento de argamassa de fachada, utilizou um frisador chanfrado do lado errado, e assim, em vez de a água da chuva escorrer para fora da junta, evitando infiltração, foi criado um caminho preferencial para a água que introduzia a infiltração para dentro do edifício. Por isso é tão importante o treinamento da mão de obra. O operário deve saber como fazer e principalmente entender o porquê de fazer daquela forma.

### **As prescrições normativas vigentes estão em consonância com as práticas e tecnologias empregadas no mercado? Há algo que mereça atualização?**

Nos últimos anos a ABNT tem feito um grande esforço de atualização das normas brasileiras, mas ainda há necessidade de desenvolvimento de novas normas, como a de elaboração de projeto de revestimento de fachadas. No caso específico das normas de revestimento de argamassa, vejo a necessidade de revisão da NBR 7200 - Execução de Revestimentos de Paredes e da NBR 13749 - Especificação dos Revestimentos de Argamassa, que tiveram suas últimas revisões há cerca de 15 anos. Os materiais e processos construtivos evoluíram nos últimos anos e estas normas precisam ser compatibilizadas com as práticas atuais.

### **Em que consiste a polêmica que envolve a argamassa monocapa?**

A argamassa monocapa não está normalizada no Brasil, e estão querendo se basear na NBR 13749 e fixar uma espessura mínima de 2 cm a 3 cm. Mas isso não cabe para aquele material, que já tem uma proposta diferenciada de fazer simultaneamente papel de regularização e decoração, que tem aditivos especiais, fungicidas, pode ter impermeabilizantes, hidrofugantes, ou seja, materiais especiais que garantem a estanqueidade - e a razão principal da espessura é a estanqueidade do revestimento. Esses 2 cm são característicos das nossas normas, e nossa norma está defasada. Se nós nos focarmos mais pelo princípio de uma norma de desempenho, não é exigida uma espessura, e sim que o revestimento seja estanque.

### **Linhas de pesquisa no Brasil têm estudado a incorporação de resíduos de construção e demolição (classes A e B) na produção de concretos e argamassas de assentamento e de revestimento. Quais os desafios para que essas práticas saiam da academia e se disseminem com maior vigor nos canteiros de obras?**

Hoje em dia há várias construtoras empregando RCD com sucesso. É sabido que os entulhos, resíduos de blocos de alvenaria e restos de argamassas são materiais possíveis de utilização para a produção de argamassas de assentamento e de revestimento. No passado, a primeira dificuldade era a segregação dos resíduos, era tudo misturado (cacos de blocos cerâmicos, restos de argamassa, papel, madeira, restos de comida), ou seja, lixo. Nos últimos dez anos, com a resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), a situação de segregação dos resíduos melhorou muito, mas outro desafio perdurou: a heterogeneidade dos resíduos ao longo da execução. Em um edifício com blocos cerâmicos, na fase execução das alvenarias, o resíduo é composto por um alto teor de cerâmica vermelha. Na execução de revestimentos de argamassa, é constituído de aglomerantes e agregados. A dificuldade, então, é dosar as argamassas em obra à medida que os resíduos vão mudando de composição.