

EXECUÇÃO DE REVESTIMENTOS COM ARGAMASSA PROJETADA

**CRESCENCIO, Rosa M. (1); PARSEKIAN, Guilherme A. (2);
BARROS, Mércia M. S. B. (3); SABBATINI, Fernando H. (4)**

- (1) Eng. Civil, professora do SENAI/SP, mestranda do Dept. de Construção Civil da EPUSP. E-mail: rosacres@sp.senai.br
(2) Eng. Civil, Mestre em Engenharia de Estruturas, doutorando do Dept. de Construção Civil da EPUSP. E-mail: parsekian@pcc.usp.br
(3) Eng. Civil, Doutora em Engenharia de Construção Civil e Urbana, professora do Dept. de Construção Civil da EPUSP. E-mail: mercia@pcc.usp.br
(4) Eng. Civil, Doutor em Engenharia de Construção Civil e Urbana, professor do Dept. de Construção Civil da EPUSP. E-mail: fhsabba@pcc.usp.br

RESUMO

O presente trabalho analisa as tecnologias de execução de revestimento com projeção de argamassa existentes na cidade de São Paulo. São identificados os equipamentos disponíveis, as técnicas para as suas utilização, as características das argamassas projetáveis e os procedimentos de produção de revestimentos executados com essa técnica.

Através de um estudo em diferentes obras, é feita uma análise do atual estágio da utilização da argamassa projetada em São Paulo.

As conclusões do trabalho indicam que ainda existem dificuldades para implementação desse sistema, principalmente devido à falta de tecnologia de produção nos canteiros de obra e visão sistêmica do processo.

ABSTRACT

This paper analyses the technologies of rendering works by projecting plaster. It deals with the equipments and their uses, the mortar characteristics and the techniques of application.

Through a study at several construction sites the actual stage of using this technology at the São Paulo City is analysed.

The conclusion of the work indicates that there still are some difficulties to implement this system. This occurs mainly because of the lack of production technology at the building sites and because of the lack of a global view of the professionals involved.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil, especificamente no setor de edificações, foi sempre marcada por uma grande quantidade de desperdício e falta de qualidade. Até poucos anos atrás, o processo construtivo era usualmente relegado a um segundo plano frente à grande lucratividade existente na ciranda financeira. Em outras palavras, era mais rentável

investir em sistemas financeiros do que em sistemas construtivos, sendo o lucro da empresa preponderantemente maior conforme a habilidade desta em lidar com o mercado financeiro.

A partir de meados da década de 90, o cenário nacional foi drasticamente alterando, sendo as consequências para o setor bastante evidentes. Nesse novo cenário o sucesso da empresa está preponderantemente ligado à habilidade que esta possui em escolher e administrar os processos construtivos. O lucro é baseado na capacidade da empresa em construir com qualidade e menor custo. Dentro desse escopo muitas construtoras vão a procura de novas tecnologias.

Algumas das inovações do mercado da indústria da construção civil são os sistemas de revestimento de argamassas projetadas. Esses sistemas são, muitas vezes, recebidos nos empreendimentos com grande expectativa de inovação, mas essa se perde quando os canteiros de obra não estão preparados adequadamente para receber os novos processos.

As grandes dificuldades para implantação do sistema de argamassa projetada são devidas à falta de projeto de revestimento e planejamento da obra, principalmente no tocante à logística de canteiro de obras. A mão-de-obra de aplicação também é um elemento de fundamental importância para o bom desempenho dos processos.

Tem-se notícia de tentativas de implantação da técnica de projeção de argamassa na construção de edifícios em São Paulo desde à década de 70. Nessa época, um grande fabricante internacional de equipamentos de projeção tentou vender seus produtos na região. Essa primeira tentativa não foi bem sucedida pois o fabricante enfocou apenas as características técnicas de seus equipamentos, esquecendo-se da necessidade de fornecer treinamento específico para a mão-de-obra e de informar o engenheiro de obra das transformações necessárias no gerenciamento do canteiro em função da utilização de um processo de maior produtividade.

Nos últimos anos houve a introdução de sistemas de produção de revestimentos baseados na entrega de argamassa em silos e, junto com esses, um retorno da técnica de projeção de argamassa. Esse trabalho se propõe a analisar as tecnologias de execução de revestimento com projeção de argamassa atualmente existentes na cidade de São Paulo. Através de entrevistas com os fabricantes e fornecedores de materiais para esse sistema e de um estudo de campo são identificados os equipamentos disponíveis, as técnicas para as suas utilização, as características das argamassas projetáveis e os procedimentos de produção de revestimentos executados com essa técnica, tendo como objetivo final a caracterização do atual estágio de aplicação dessa tecnologia.

2. EQUIPAMENTOS PARA PROJEÇÃO DE ARGAMASSA

Atualmente em São Paulo, para a projeção de argamassa, podem ser encontrados pequenos projetores com recipientes acoplados, bombas de projeção e bombas de projeção com misturador integrado.

2.1. Projetores Com Recipiente Acoplado

Em uma construção tradicional, uma primeira tentativa de utilização de argamassa projetada pode ser feita com a utilização de projetores com recipientes acoplados. Esses projetores possuem pequenos recipientes onde deve-se inserir argamassa fresca que será projetada. Em São Paulo, podem ser encontrados dois tipos: projetor Reboq-Jet da Consolid e a pistola de revestimento da Putzmeister ou da Betomaq.

O projetor de argamassas REBOQ-JET consiste basicamente em canecas furadas conectadas a um compressor de ar de 1.120 l/min. O operário deve encher as canecas com argamassa e abrir o ar comprimido para a projeção. Ao injetar ar comprimido nas canecas a argamassa é projetada pelos furos. São oferecidos dois modelos: um para parede e outro para teto, diferenciados apenas pela forma da caneca.

A pistola de revestimento é composta por um depósito na forma de funil sobre uma pistola de projeção. O diâmetro do bico pode ser regulado girando-se um disco de furos presente na ponta da pistola. É recomendado que a abertura do bico seja igual a duas ou três vezes o diâmetro máximo do agregado. Para o uso da pistola é necessário o emprego de um compressor de ar de 150 a 300 l/min.

Dentre as vantagens de utilização desses projetores pode-se citar:

- melhor produtividade em relação ao método tradicional;
- utilização da mesma argamassa para aplicação manual;
- energia de aplicação constante garante uma uniformidade do revestimento.

As desvantagens desses projetores são:

- não representa uma grande contribuição para a racionalização da obra;
- há necessidade de mão-de-obra especializada (mangoteiro).

2.2. Bombas de Argamassa

Nas bombas de projeção a argamassa fresca é inserida em câmaras existentes nos equipamentos. Essa será bombeada através de um mangote e projetada na pistola com o auxílio de ar comprimido. As bombas podem ser utilizadas juntamente com misturadores, podendo os equipamentos serem arranjados de maneira que a argamassa saia diretamente do misturador para dentro da bomba.

Existem dois tipo de bombas: tipo helicoidal e tipo pistão. As bombas helicoidais possuem um eixo helicoidal (rosca sem fim) que, ao girar, projeta a argamassa para fora. Essas bombas podem ter seu diâmetro ajustável ou não. Conforme descrito em MALTECH (s/d) o tipo ajustável permite uma diminuição de seu diâmetro através de ajuste nos gramos que circundam a bomba. Esse ajuste é necessário sempre que for sentida uma perda de pressão devida ao desgaste das paredes da bomba. Em contrapartida o tipo não ajustável usualmente possui as paredes mais reforçadas, o que diminui o desgaste, com a vantagem de não ser necessário nenhum tipo de ajuste. As características das bombas de argamassa variam segundo sua capacidade de bombeamento, distância máxima alcançada (horizontal e vertical), máxima dimensão de agregado.

2.3. Bombas de Argamassa com Misturador Integrado

Algumas bombas de argamassas possuem misturadores integrados ao equipamento. Essas bombas podem receber a argamassa seca transportada por mangotes diretamente de silos ou pode-se despejar sacos de argamassa pré-misturada no seu receptor. No caso de receber argamassa diretamente de silos é necessário a acoplamento de um conjunto de filtros sobre o misturador. Esses filtros servem para diminuir a pressão na entrada de argamassa no misturador, uma vez que os filtros permitem a saída de ar, mas não a de argamassa.

2.4. Acessórios

São acessórios das bombas o compressor de ar, o mangote, a pistola de projeção e os bicos ejetores. As pistolas possuem variações quanto ao seu comprimento, diâmetro e ângulo de projeção. No mercado são encontradas pistolas com diâmetros de 25mm e 35mm, com ângulos reto e angular, curta e longa. Os bicos ejetores são usualmente encontrados em diâmetros de 10, 12, 14, 16, 18 e 20 mm. As mangueiras podem ser fornecidas em diâmetros de 25, 35 e 50 mm e comprimentos de 10, 15, 20, 25 e 50 m.

A pistola angular é recomendada para execução de revestimentos de teto, sendo a pistola reta recomendada para paredes. Em locais de espaço reduzido, tal como trabalho sobre balancim, é mais adequada a utilização de pistolas curtas. Para o revestimento de tetos, ao contrário, recomenda-se a utilização de pistolas longas. Em geral, o diâmetro do bico deve ser igual a cerca de 3 vezes o diâmetro máximo do agregado. Quanto menor for o bico, maior será a velocidade de projeção. Por esse motivo, recomenda-se a escolha de bicos menores para tetos, pois nesse caso necessita-se de uma maior velocidade, pois nesse caso a necessidade de resistência de aderência é maior e portanto a energia de aplicação também deve ser maior. Quanto menor for o ângulo de projeção e consequentemente a distância à parede, mais preciso será o jato. Para as argamassas, em geral é recomendada uma distância do bico de projeção à parede entre 10 e 30 cm.

Quanto maior o diâmetro do bico, maior deve ser a pressão de ar. Quanto maior a velocidade de saída mais lisa será a textura do revestimento. A utilização de bicos de diâmetro pequeno ou velocidade de projeção da argamassa muito grande, pode ocasionar a ejeção do bico pelo excesso de pressão exercida pela argamassa ou ocasionar desligamento do sistema pela válvula de sobrecarga. A pressão do ar também deve ser regulada. Pressões baixas podem diminuir a qualidade do revestimento, podendo causar perda de aderência. Em contrapartida, se houver um excesso ar pode ocorrer um movimento turbilionário que faz com que o agregado se separe do aglomerante, podendo ocorrer um ricocheteamento dos grãos na parede e consequente aumento da reflexão e desplacamento.

Materiais mais grossos (chapisco por exemplo) devem ser projetados com pouco ar. Materiais ricos e pegajosos devem ser projetados com maior quantidade de ar. Opcionalmente existe a possibilidade de ser montado um registro de escape na pistola de projeção para a regulagem da quantidade de ar. Esse recurso é especialmente indicado para serviços de decoração, pois a regulagem para uma menor ou maior pressão de ar permite a obtenção de diferentes texturas do revestimento.

3. CARACTERÍSTICAS DA ARGAMASSA

Na aplicação de argamassa por projeção devem ser observados alguns detalhes especiais inerentes ao método. A argamassa deve ter características tais que não provoque problemas tanto no bombeamento (entupimento do mangote, por exemplo) quanto na projeção (reflexão elevada, desplacamento). CONSOLID (s/d) e MATRIX (1997) destacam alguns pontos a serem levados em consideração na dosagem das argamassas, conforme destacado a seguir.

A consistência das argamassas projetáveis deve ser tal que permita a passagem da argamassa pela bomba e pelo mangote e também proporcione boa aderência com o substrato. A quantidade de água correta não deve causar grande reflexão.

Caso seja adicionada quantidade excessiva de água, além da reflexão ser maior, existe uma maior tendência de escorramento da argamassa projetada. Pode ocorrer, também,

desplacamento da argamassa, mesmo em espessuras de revestimentos pequenas. O sarrafeamento também será dificultado e ocorrerá nova perda de argamassa nessa fase.

A adição de pouca água causa dificuldades de bombeamento e eventualmente entupimento da mangueira ou bomba e dificuldades de desempenho. Uma sugestão encontrada em manuais de projeção para verificar se argamassa projetada contém pouca água, é verificar a temperatura da argamassa recém projetada. Caso ela esteja morna (e a camisa de projeção quente) significa que está havendo grande resistência à passagem da argamassa pela tubulação. Nesse caso deve-se aumentar a quantidade de água.

Argamassas muito ricas têm menor tendência a entupimentos e segregação; porém, necessitam de altas pressões para serem bombeadas. Argamassas pobres são bombeadas com pouca pressão, mas possuem grande tendência de segregação e entupimento.

A distribuição granulométrica dos agregados também é importante. Uma boa distribuição granulométrica deve conter partículas finas, médias e grossas bem distribuídas. Essa deve ser tal que não permita que a água presente na argamassa passe pelos poros e seja projetada separadamente do restante da argamassa.

A forma dos grãos também é importante para a boa bombeabilidade da argamassa. Grãos arredondados são mais facilmente bombeados que grãos angulares pois esses tendem a encunhar e entupir a mangueira.

O cimento utilizado em argamassa projetadas é o cimento portland CP 32. A adição de cal proporciona uma argamassa com melhor trabalhabilidade plasticidade adequada, podendo muitas vezes ser utilizada para combater problemas de entupimento. Estudo detalhado sobre a utilização da cal em argamassas pode se encontrado em GUIMARÃES & CINCOTTO (1985). Em argamassas industrializadas, entretanto, a cal é muitas vezes substituída por aditivos.

O uso de plastificantes geralmente facilita o bombeamento da argamassa e permite uma redução no teor de água, o que geralmente melhora a qualidade da argamassa. Um ponto importante a ser observado na utilização desses aditivos é a quantidade de poros formados. Porosidades pequenas, de 2 a 5%, podem causar problemas de entupimentos da mangueira, pois a pressão exercida pela bomba de argamassa faz com os poros desapareçam. A utilização de aditivos que produzem grande quantidade de poros (de 20 a 30%) geralmente resulta em argamassas que podem ser facilmente bombeadas. Alguns desses aditivos são descritos em PETRUCCI (1978).

As características de boa plasticidade, coesão e trixotopia, alta retenção de água e baixo peso específico são conseguidas através da combinação de aditivos químicos. Maiores informações sobre

4. APLICAÇÃO DAS ARGAMASSAS PROJETADAS

O bom desempenho do processo de aplicação de argamassas projetadas exige a utilização correta dos materiais, ferramentas, equipamentos e mão-de-obra. Como todo novo processo construtivo, para atingir a qualidade e produtividade ideais, é necessário o investimento em alguns pré requisitos básicos .

O suprimento de água e energia elétrica são fundamentais para o bom andamento dos serviços. Para o caso de transporte de argamassa por via seca, é necessário haver abastecimento constante de água no local em que será alocado o equipamento misturador. Conforme destacado em MATRIX (1996), as bombas misturadoras que recebem argamassa seca exigem o fornecimento de água a uma pressão maior que 3 bar para o caso de tubulação diâmetro de $\frac{3}{4}$ ". Caso não haja essa possibilidade é necessário

a utilização de tambor ou caixa d'água posicionados sempre no nível acima do equipamento. O suprimento de energia elétrica deverá ser constante.

As condições de segurança devem ser observadas procurando criar ambiente seguro com eliminações das condições inseguras, com bases na NR-18. Os equipamentos de proteção individual para o aplicador de argamassa projetada são: luvas de látex, calçado e capacete de segurança e óculos de proteção.

A limpeza do substrato para receber o revestimento argamassado é de fundamental importância, sendo que o mesmo deve estar isento de nata de cimento e depósito de origem orgânica e inorgânica.

Nos casos de aplicação de chapisco projetado, esse deve ser aplicado em camadas finas (recomendada espessura máxima de camada igual a 5mm). A textura dessa camada deve ser bem rugosa, sendo recomendada a existência de pequenas falhas pela quais seja possível enxergar alguns pontos da base. Durante a aplicação, o operador deve posicionar a pistola à cerca de 50 cm do substrato e movimenta-la rapidamente, deixando sempre o bico direcionado ao substrato. A velocidade de projeção do chapisco deve ser baixa. A produtividade do chapisco projetado é muito alta, o que as vezes inviabiliza a sua utilização.

A projeção de argamassa deve ser feita na forma de filetes contínuos de cima para baixo com passes horizontais formando faixas menores de 2,0m de largura. Espessura superiores a 2 cm devem ser executadas em diversas camadas menores que 2cm. A aplicação de uma única camada pode causar fissuramento do revestimento. As camadas intermediárias não precisam ser sarrafeadas pois essas servirão de base para outras camadas. O não sarrafeamento dessas camadas, além de diminuir desperdícios, permite uma rugosidade boa para receber novas camadas. Revestimento com espessura maiores que 6 cm devem ser armados com tela. A Matrix recomenda um tempo de cura mínimo de 3 horas em cada camada para as sua argamassas (aditivadas).

Após a projeção da última camada, a argamassa deve ser imediatamente alisada com régua desempenadeira a fim de tomar a superfície a mais plana possível e facilitar posteriormente o sarrafeamento. Em seguida, deixa-se a argamassa endurecer naturalmente, caracterizando o tempo de puxamento. O operário que sarrafeia deve fazer o “teste do dedo” para determinar o tempo ideal para início do sarrafeamento.

Após a utilização dos equipamentos é necessário a limpeza do mangote para evitar entupimentos. Em equipamentos com misturadores acoplados, deve-se aumentar a vazão de água no rotâmetro até obter uma argamassa de baixa consistência na pistola de projeção. Para garantir a total desobstrução da mangueira passa-se uma bolinha de espuma na extremidade inicial mesma.

5. TREINAMENTO E FORNECIMENTO DE MÃO-DE-OBRA

A mão-de-obra é fator preponderante para o bom desempenho do processo construtivo das argamassas projetadas. As empresas detentoras dos sistemas de argamassa projetada não possuem equipes própria para aplicação do revestimento, simplesmente vendem o material conjugado com os equipamentos necessário para o transporte e projeção. Existe, portanto, sempre uma grande dúvida sobre quais serão os profissionais que irão compor a equipe de projeção. Além disso não existem escolas que oferecem cursos para essa determinada especialidade.

Hoje profissionais que compõem as equipes de projeção de argamassa são pedreiros que trabalhavam com o revestimento convencional. Esses recebem treinamento

ministrados pelas fornecedoras das argamassas e equipamentos. O treinamento consiste em operação e manuseio dos equipamento para a aplicação da argamassa, havendo, também, um monitoramento por intermédio do instrutor por algum tempo.

A NBR-13597 estabelece procedimento para qualificação de mangoteiro de concreto projetado aplicação via seca, porém não existem normas que regulamentem a qualificação deste profissionais para argamassa projetada. Essa norma estabelece exames de habilidades e provas escritas para avaliação do profissional.

Para que esse sistema seja implantado é importante que algumas empresas ou instituições criem esses treinamentos através convênios e parcerias com produtores e prestadores de serviços para atender a necessidades do mercado cada vez mais exigente.

6. ESTUDO DE CAMPO

Durante a elaboração desse trabalho foram visitadas a algumas obras na cidade de São Paulo, com o intuito de verificar os procedimentos utilizados em obra para a projeção de argamassas. A partir dessas visitas pode-se perceber que:

- o sucesso da utilização de argamassa projetada está fortemente relacionado com a seleção e treinamento do mangoteiro, devendo ser dada especial atenção a esse profissional;
- a adoção de um procedimento de aplicação de argamassa mais eficiente não traz vantagens quando essa é a única inovação do canteiro. Para que haja vantagens deve-se modificar toda a estrutura do canteiro organizando-o de maneira a explorar as vantagens de um sistema mais racionalizado;
- a utilização de balancins manuais para a execução de revestimento de fachada, dificulta a implementação da projeção de argamassas pois o lento deslocamento desse tipo de transporte é incompatível com a rápida velocidade de aplicação;
- no caso de utilização de balancins manuais é recomendado que sejam disponibilizadas grandes áreas horizontais para acesso à fachada;
- o uso de andaimes fachadeiros permite acesso rápido a várias partes da fachada e é mais adequado à utilização de argamassa projetadas;
- o uso de projeção de argamassa em edifícios em São Paulo ainda é pequeno, mesmo nas obras que utilizam os sistemas de silos com nível de racionalização maior;
- a mão-de-obra não especializada ainda domina as decisões no processo executivo dos edifícios.

7. CONCLUSÕES

Existem em São Paulo diversos equipamentos disponíveis para projeção de argamassas. Podem ser encontrados desde pequenos projetores com recipiente acoplado até bombas helicoidais ou de pistão com misturadores integrados. Dentre esses tipos existem uma grande variedade de modelos com tamanho, velocidade e alcance diferenciados.

Esses equipamentos se encaixam nos diferentes sistemas de revestimentos encontrados seja ele tradicional ou baseado em argamassa ensacada e em silos. Dependendo do tipo de revestimento a ser executado devem ser feitos alguns ajustes nesses equipamentos, sendo que a qualidade do revestimento, e até mesmo o sucesso da projeção, depende da correta regulagem dos equipamentos.

A argamassa para projeção também deve ter características especiais quanto a granulometria, consistência e características mecânicas. A obtenção das características desejadas só é conseguida com a utilização de aditivos químicos, que aumentam o custo da argamassa.

A diferença entre a aplicação manual e mecânica de argamassa, além da utilização de argamassas diferentes, consiste na necessidade da correta utilização dos equipamentos e organização do canteiro em função de uma maior produtividade. Dessa forma o treinamento da mão-de-obra e a organização do canteiro são fundamentais para o sucesso da implementação dessa tecnologia.

Com base nos dados de pesquisa há ainda uma grande resistência na implantação dessa tecnologia, principalmente devido à falta de visão sistêmica do processo construtivo. De nada adianta adotar um sistema de alta produtividade não tendo suporte de projeto de revestimento, logística de canteiro e mão-de-obra qualificada que permitam o desenvolvimento desse processo.

A falta de planejamento ainda está muito presente em nossas obras. Muitas são as interferências dos subsistemas relacionados com o sistema de revestimento com argamassa projetada. Quando a racionalização dos subsistemas for atingida, a implantação desse sistema será uma consequência.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Concreto projetado – Determinação do índice de reflexão por medição direta. – NBR 13317. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Concreto projetado – Determinação do índice de reflexão em placas. – NBR 13354. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Procedimento para qualificação de mangoteiro por via seca – NBR 13597. Rio de Janeiro, 1996.

CONSOLID IND. COM. LTDA. Argamassas bombeáveis. Manual - Consolid, s/d.

GUIMARÃES, J.E.P.; CINCOTTO, M.A. As aplicações da cal nas construções civis. Patologias das argamassas. São Paulo, ABCP, 1985.

MALTECH. Manual de equipamentos para argamassas. Manual - Maltech s/d.

MATRIX ARGAMASSAS. Argamassas. Manual – Matrix, 1997.

MATRIX ARGAMASSAS. Manual de operação dos equipamentos. Manual – Matrix, 1996.

PETRUCCI, E.G.R. Materiais de construção. Porto Alegre, Ed. Globo, 1978.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração dos Sistemas em Argamassa Megamix, da Consolid – Indústria e Comércio Ltda e da Matrix Argamassas.