

13

SIMPATCON



13º Simpósio de Aplicação
da Tecnologia do Concreto



"TECNOLOGIA DE EXECUÇÃO DE REVESTIMENTOS DE ARGAMASSAS"

Engº Fernando Henrique Sabbatini

PATROCÍNIO

 **Serrana**
Promovendo parceria e qualidade.

**"TECNOLOGIA DE EXECUÇÃO DE REVESTIMENTOS DE
ARGAMASSAS"**

Engº. Femando Henrique Sabbatini

CURRICULUM VITAE

Prof. Dr. Fernando Henrique Sabbatini, Engenheiro Civil, formado pela Escola Politécnica da U.S.P. (EPUSP), 1978.

Mestre em Engenharia -EPUSP, 1984.

Doutor em Engenharia -EPUSP, 1989.

Atividades atuais

- ◆ Professor da EPUSP - Responsável pelo conjunto de Disciplinas na área de Tecnologia da Construção Civil.
- ◆ Diretor do Laboratório de Processos Construtivos da EPUSP .
- ◆ Coordenador da Pós-Graduação da EPUSP - sub-área de Tecnologia de Processos Construtivos.
- ◆ Coordenador dos Convênios de Desenvolvimento Tecnológico -EPUSP- ENCOL, EPUSP- TEBAS e EPUSP-LIX DA CUNHA.
- ◆ Professor dos cursos de especialização em Processos Construtivos da POTE - Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia.
- ◆ Consultor em Tecnologia de Processos Construtivos e Materiais de Construção (EPUSP-FDTE).
- ◆ Atuação recente no campo de Processos Construtivos
- ◆ Consultoria à diversas empresas -ENCOL, BHM, VEPLAN, LIX DA CUNHA, TEBAS, PRENSIL, LEOLYNCE, COHAB-Campinas etc..
- ◆ Desenvolvimento de Novos Processos Construtivos: de Alvenaria Estrutural de Blocos Vazados de Concreto Não armada para a ENCOL e de Alvenaria Estrutural de Blocos Cerâmicos para a TEBAS.
- ◆ Desenvolvimento de metodologias de projeto execução e controle de qualidade para: revestimentos, alvenaria de vedação e contrapisos, para a ENCOL.
- ◆ Cursos de Especialização na POTE, COHAB-Campinas, COHAB-Bandeirantes, IPESP-SP e várias Associações de Engenheiros e Arquitetos e Universidades.
- ◆ Coordenação Técnica e organização do Primeiro Simpósio Brasileiro sobre o "Uso da Alvenaria como Estrutura" em São Paulo - EPUSP, 1987.
- ◆ 41 Trabalhos Publicados.
- ◆ 18 Trabalhos apresentados em Congressos e Simpósios e 21 Palestras e Conferências em diversas instituições.

SUMÁRIO

1. Introdução
2. Funções e Propriedades dos Revestimentos de Argamassa
 - 2.1 Funções
 - 2.2 Propriedades
 - 2.2.1 Capacidade de Aderência
 - 2.2.2 Resistência Mecânica
 - 2.2.3 Capacidade de Absorver Deformações
 - 2.2.4 Permeabilidade à água
 - 2.2.5 Propriedades da Superfície
 - 2.2.6 Durabilidade
 - 2.2.7 Eficiência
3. Tipologia dos Revestimentos de Argamassa
 - 3.1 Classificação
 - 3.2 Funções e Características das Camadas de Revestimento
 - 3.2.1 Emboço
 - 3.2.2 Reboco
 - 3.2.3 Massa única
 - 3.2.4 Chapisco
 - 3.3 Características dos Tipos de Revestimentos
 - 3.3.1 Revestimentos Internos de paredes com acabamento em pintura
 - 3.3.2 Revestimentos Internos, base para outros revestimentos
 - 3.3.3 Revestimentos de Tetos
 - 3.3.4 Revestimentos Externos com acabamento em pintura
 - 3.3.5 Revestimentos Externos, base para outros revestimentos
 - 3.3.6 Análise Comparativa dos Tipos de Revestimentos
4. Conceitos Básicos sobre Projeto, Planejamento e Controle de Execução dos Revestimentos de Argamassa
 - 4.1 Projeto
 - 4.2 Planejamento
 - 4.3 Controle
 - 4.3.1 Controle de Qualidade das Condições para Início da Execução dos serviços
 - 4.3.2 Controle de Qualidade de Execução
 - 4.3.3 Controle de Qualidade de Aceitação

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo organizar alguns conceitos básicos relativos à execução de revestimentos de argamassas de cimento e de cal.

Entende-se por TECNOLOGIA DE EXECUÇÃO de um dado serviço na construção como o conjunto sistematizado de conhecimentos científicos e empíricos, pertinentes à criação, produção e uso deste serviço.

O sub-conjunto de conhecimentos empíricos relativos à execução de revestimentos de argamassas existente em nosso país é extenso, contraditório, inconcluso e não está sistematizado. Estes conhecimentos encontram-se dispersos e são geralmente transmitidos de forma oralizada entre os "iniciados", ou seja, os operários e técnicos que atuam no canteiro de obras. Como todo conhecimento não sistematizado ele vem se degradando, perdendo qualidade, sendo alterado pelos "ruídos" da comunicação oral, sofrendo desgastes importantes no seu conteúdo como decorrência natural da degradação na qualificação dos oficiais pedreiros estucadores.

Por outro lado, o sub-conjunto de conhecimentos científicos é quase inexistente. Isto pode ser explicado pela análise da realidade da construção civil no Brasil que não estimula, não conduz à evolução deste conhecimento. Alguns aspectos desta realidade podem ser lembrados a guias de exemplificação: tradição cultural brasileira de não valorizar aqueles conhecimentos, de não valorizar a pesquisa e o desenvolvimento científico-tecnológico autóctone; absoluta deficiência de recursos humanos capacitados a tratar tecnologicamente a atividade de construção civil; a realidade da formação de nossos engenheiros no que se refere a construção civil, voltada para transmitir informações sobre o "como fazer" e não do "porque se faz"; a estrutura empresarial com uma postura geralmente "não técnica" (e que por isto não consegue avaliar a dimensão e importância do problema) que detém o poder de decisão na atividade de construção civil; a relativa carência deste conhecimento em outros países (nos países desenvolvidos os revestimentos de argamassa perderam há muito sua importância face ao baixo nível de racionalização e industrialização implícitos nos seus processos executivos); a ausência de mecanismos eficazes da sociedade para reduzir o desperdício de recursos na construção civil e para exigir um incremento e a garantia dos níveis de qualidade dos produtos desta indústria.

O fato é que por tudo isto a tecnologia de execução de revestimentos de argamassa em nosso país é extremamente deficiente. Isto tem conduzido a situações

inaceitáveis em termos do nível de problemas patológicos apresentados por estes revestimentos e do volume de recursos desperdiçados na sua execução.

A Escola Politécnica da Universidade de São Paulo iniciou há cerca de cinco anos um ciclo de pesquisas nesta área com o objetivo de ampliar o espectro de conhecimentos tecnológicos relativos ao sistema revestimentos de vedações. Os trabalhos foram reforçados em 1988 com a assinatura de um convênio de pesquisa com a Construtora ENCOL S.A. que, entre outros projetos, teve por objetivo, investir no desenvolvimento tecnológico no campo dos revestimentos argamassados.

O texto deste trabalho é um extrato do primeiro documento produzido no âmbito daquele convênio sobre o tema, do qual foi extraído apenas as partes relativas aos aspectos conceituais. O trabalho original procurou consolidar o pouco conhecimento disponível, uma espécie de "Estado da Arte Atuar" e se propunha a apresentar as linhas mestras que necessitariam ser pesquisadas para se incrementar qualitativamente a tecnologia de execução de revestimentos de argamassa.

Ele representa, como os leitores poderão notar, uma simples pincelada a respeito dos conceitos tecnológicos básicos envolvidos. Os objetivos de apresentá-lo neste Simpósio são o de tê-lo como referência para o debate que se seguirá a palestra, dar divulgação ao trabalho do corpo de pesquisadores da EPUSP no campo da Tecnologia de Processos Construtivos e de, se possível, reforçar nos leitores a consciência para a necessidade de investir-se no desenvolvimento tecnológico da construção civil, mostrando o quanto ainda é deficiente o conhecimento dos conceitos básicos sobre assunto tão importante.

2 FUNÇÕES E PROPRIEDADES DOS REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA

2.1 FUNÇÕES

Nos edifícios construídos pelos processos convencionais, com estrutura de concreto armado e vedação de alvenaria, os revestimentos de argamassa têm, em geral, as seguintes funções:

- ◆ Proteger as vedações e a estrutura contra a ação de agentes agressivos e, por consequência, evitar a degradação precoce das mesmas, aumentar a durabilidade e reduzir os custos de manutenção dos edifícios;

- ◆ Auxiliar as vedações a cumprir com as suas funções, tais como: isolamento termo-acústico, estanqueidade à água e aos gases e segurança ao fogo. Por exemplo, um revestimento externo normal de argamassa (30 a 40% da espessura da parede) pode ser responsável por 50% do isolamento acústico, 30% do isolamento térmico e cem por cento responsável pela estanqueidade de uma vedação de alvenaria comum;
- ◆ Funções estéticas, de acabamento e aquelas relacionadas com a valorização da construção ou determinação do padrão do edifício.

Quando o revestimento de argamassa estiver associado a outros revestimentos (por exemplo, um revestimento de pastilhas cerâmicas, azulejos ou de "Fórmica") ele tem também as funções de um substrato. Ou seja, ele deve propiciar uma superfície uniforme, compatibilizar deformações diferenciais entre a base e o revestimento final e ser o suporte mecânico para este.

Deve-se salientar, entretanto, que não é função dos revestimentos dissimular imperfeições grosseiras das alvenarias ou das estruturas de concreto armado, o famoso "esconder na massa". Apesar de ser freqüente esta situação ela é uma prova irrefutável de ineficiência técnica, da ausência de controles e da falta de racionalização construtiva na execução das etapas precedentes.

Os revestimentos argamassados convencionais, para cumprir adequadamente as suas funções, devem possuir características que sejam compatíveis com as condições a que estarão expostos, com as condições de execução, com a natureza da base, com as especificações de desempenho, com o acabamento final previsto, etc.

Para o domínio da tecnologia de execução de revestimentos de argamassa é necessário conhecerem-se conceitos relativos às argamassas, às propriedades dos revestimentos e as características das bases de aplicação.

2.2 PROPRIEDADES

As principais propriedades que os revestimentos de argamassa devem apresentar, para que possam cumprir adequadamente as suas funções, estão descritas a seguir.

2.2.1 ADERÊNCIA

Conceitua-se aderência como a propriedade que possibilita à camada de revestimento resistir às tensões normais e tangenciais atuantes na interface com a base.

A aderência resulta da conjugação das seguintes características da interface revestimento/base de aplicação:

- ◆ resistência de aderência à tração;
- ◆ resistência de aderência ao cisalhamento;
- ◆ extensão de aderência, que se define pela relação entre a área de contato efetivo e a área total da base a ser revestida.

O mecanismo de aderência se desenvolve, principalmente, pela ancoragem da pasta aglomerante nos poros da base e por efeito de ancoragem mecânica da argamassa nas reentrâncias e saliências macroscópicas da superfície a ser revestida.

A ancoragem da pasta à base se dá pelo seguinte processo: ao entrar em contato com a base, parte da água de amassamento, contendo os aglomerante em solução é succionada pelos poros da base. No interior dos poros ocorre a precipitação de silicatos e hidróxidos havendo, com o seu endurecimento progressivo, uma conseqüente ancoragem da argamassa à base.

As características da argamassa no estado fresco interferem essencialmente na capacidade de aderência dos revestimentos. Como exemplo destas características tem-se: a granulometria e o teor de finos dos agregados, a relação aglomerante/aglomerado, a natureza e o teor dos aglomerantes, a relação água/aglomerante etc.

O teor e a natureza dos aglomerantes tem grande importância. No entanto, igualou maior influência na aderência do revestimento tem a extensão efetiva da superfície de contato com a base. A extensão de aderência depende dos seguintes fatores:

- a) trabalhabilidade da argamassa e técnica de execução do revestimento: tendo trabalhabilidade adequada, a argamassa poderá apresentar contato mais extenso com a base através de um melhor espalhamento. A técnica executiva, em função das operações de compactação e prensagem, tende a ampliar a extensão de contato;
- b) natureza e características da base: o diâmetro, natureza e distribuição dos poros determinam a textura superficial e a capacidade de absorção da base, que podem ampliar ou não a extensão de aderência e ancoragem do revestimento;
- c) condições de limpeza da superfície de aplicação: a despeito das características da argamassa fresca utilizada e da textura e porosidade da base, a extensão de aderência é comprometida pela existência de partículas soltas ou de grãos de areia, poeira, fungos, concentração de sais na superfície (eflorescências), camadas superficiais de desmoldante ou graxa, que se constituem em barreiras para ancoragem do revestimento à base.

A avaliação da capacidade de aderência dos revestimentos é, usualmente, feita através de ensaios de arrancamento por tração de corpos de prova cortados transversalmente no revestimento, obtendo-se valores de resistência à tração.

Pode-se também realizar ensaios de arrancamento por cisalhamento, embora não sejam os mais recomendáveis por apresentarem, em geral, maior dispersão dos resultados.

A aderência necessária aos revestimentos é variável com o tipo de revestimento, com as condições de exposição, com o desempenho esperado, etc. A parametrização desta propriedade é, portanto, complexa. As especificações nacionais e estrangeiras que fixam valores para tal propriedade são ainda restritas. Cabe citar como exemplo a especificação para revestimentos argamassados do Centre Scientifique et Technique du Bâtiment -CSTB (D.T .U. nº 26.1):

"A resistência média de aderência à tração dos revestimentos argamassados, cortados transversalmente em toda a sua espessura e até à base, não deve ser inferior a 0,3 MPa. Esta determinação deve ser feita a cada 50 m de superfície, em 3 corpos de prova escolhidos ao acaso e que não deverão apresentar resistência individual de arrancamento inferior a 0,2 MPa".

2.2.2 RESISTÊNCIA MECÂNICA

A resistência mecânica diz respeito à propriedade dos revestimentos de possuírem um estado de consolidação interna, capaz de suportar ações mecânicas das mais diversas naturezas, e que se traduzem em geral, por tensões simultâneas de tração, compressão e cisalhamento.

Esforços de abrasão superficial, cargas de impacto e movimentos de contração e expansão dos revestimentos por efeito de umidade, são exemplos de solicitações que exigem resistência mecânica dos revestimentos, pois geram tensões internas que tendem a desagregá-los.

A resistência mecânica dos revestimentos é equacionada pela sua resistência ao desgaste superficial e pela sua capacidade de resistir a esforços mecânicos sem desagregação e sem deformações plásticas visíveis e depende, principalmente, dos seguintes fatores:

- a) Consumo e natureza dos aglomerantes e agregados: Quando a proporção de agregado é aumentada, a resistência mecânica do revestimento geralmente diminui as resistências à tração e compressão das argamassas de cimento, e de cal e cimento variam inversamente com a relação água/cimento das misturas

frescas a qual lado varia diretamente com o teor e finura dos agregados e com a consistência de preparo da argamassa. Já as resistências à tração e compressão das argamassas de cal são limitadas pelo seu potencial aglomerante, que se processa pelo fenômeno de carbonatação do hidróxido de cálcio, em muito inferior à consolidação que se verifica pela hidratação dos silicatos de Cimento Portland. Quanto à natureza dos agregados, sua influência sobre a resistência mecânica dos revestimentos se manifesta sob dois aspectos:

- ◆ pelo consumo de água de amassamento quando o agregado é excessivamente fino, podendo resultar um revestimento de estrutura porosa e de menor resistência;
- ◆ quando a fração argilosa ou siltosa do agregado é capaz de recobrir a superfície dos grãos maiores impedindo a sua consolidação no endurecimento da pasta aglomerante. Por outro lado, pode-se esperar alguma contribuição das argilas na resistência mecânica dos revestimentos, se reagirem com os produtos da hidratação do cimento, gerando ligações cimentícias resistentes;

b) técnica de execução do revestimento: podem levar a uma maior compactação gerando uma estrutura mais densa e de maior dureza superficial, conseqüentemente com maior resistência às ações de desgaste por abrasão e de impactos. A resistência superficial dos revestimentos também parece favorecida quando o acabamento final é feito com desempenadeira de aço, possivelmente por gerar uma película superficial de baixa porosidade.

A avaliação quantitativa da resistência mecânica dos revestimentos carece de metodologia consagrada e resulta que, não raro, tal avaliação é substituída por ensaios de tração ou compressão de corpos de prova de argamassa. Entretanto, não guardam correlação com a porosidade e estrutura real dos revestimentos, servindo tal procedimento apenas para efeito de controle da qualidade de argamassas ou de estudos sobre o comportamento do material.

Um método mais real de avaliação da resistência, embora ainda empírico para servir de base para especificações, é o tradicional risco com prego ou objeto pontiagudo similar, adotado em obra para qualificar a resistência dos revestimentos.

Os ensaios normalizados a nível internacional adotam esferas de impacto, escovas elétricas de desgaste superficial, ou preconizam o uso de fitas adesivas, com determinação da massa de revestimento descolada. Para nenhum dos métodos são especificados valores de referência.

Os estudos sobre a resistência mecânica dos revestimentos devem concentrar-se em pesquisas sobre ensaios de avaliação e estabelecimento de valores mínimos de resistência a serem exigidos dos diversos tipos de revestimentos.

2.2.3 CAPACIDADE DE ABSORVER DEFORMAÇÕES

Os revestimentos de argamassa devem absorver as deformações intrínseca (retrações e expansões térmicas e higroscópicas) e deformações da base de pequena amplitude, sem apresentar fissuração visível e sem desagregar.

A capacidade de absorver deformações é uma propriedade equacionada pela resistência à tração e módulo de deformação do revestimento. Esta propriedade permite ao revestimento deformar-se sem ruptura ou através de microfissuras imperceptíveis, quando os esforços atuantes ultrapassam o limite de resistência à tração do material.

Nas primeiras idades do revestimento, tão logo a argamassa é aplicada, por efeito de sucção inicia-se um processo de movimentação da nata e da água de amassamento para a base. Pode ocorrer também perda de umidade para o meio ambiente em função das condições de vento, temperatura e umidade relativa.

A perda de umidade desencadeia um movimento de retração, gerando tensões internas de tração. O revestimento pode ou não ter capacidade de resistir a essas movimentações, o que regula o grau de fissuração nas primeiras idades. As fissuras de retração de secagem apresentam configuração geralmente poliédrica ou unidirecional, regularmente espaçadas.

O grau de fissuração é função dos seguintes parâmetros:

- a) teor e natureza dos aglomerantes: deveriam, para diminuir o potencial de fissuração, ser de baixa a média reatividade pois, nos revestimentos endurecidos a resistência à tração, sendo elevada, diminui sua capacidade de deformação;
- b) teor e natureza dos agregados: a granulometria deve ser contínua e com o teor adequado de finos, uma vez que o excesso destes irá aumentar o consumo de água de amassamento e com isto, induzir a uma maior retração de secagem do revestimento. A recomendação da granulometria contínua prende-se ao fato de que, gerando um menor volume de vazios no agregado, menor será o volume de pasta, e por conseqüência menor a retração. O mesmo raciocínio se aplica para o aumento do teor de agregado no traço, sem prejuízo da trabalhabilidade, que também deve diminuir o volume de pasta e os efeitos da retração de secagem do revestimento;

c) capacidade de absorção de água da base: as condições ambientais e capacidade de retenção de água da argamassa podem regular a perda de umidade do revestimento durante seu endurecimento e desenvolvimento inicial de resistência à tração;

d) técnica de execução: estabelece o grau de compactação do revestimento e os momentos de sarrafeamento e desempenho. Estes parâmetros determinam o teor de umidade remanescente no revestimento e a capacidade de retração subsequente a tais operações;

A aplicação do acabamento final do revestimento deve respeitar um período de secagem, durante o qual ocorrem as fissuras de retração - visíveis ou imperceptíveis. Considera-se que 28 dias é um prazo seguro.

Nos revestimentos endurecidos admite-se, em termos simplificados, que a capacidade de absorver deformações pode ser equacionada por:

$$E = f_{ta}/E_{ta}$$

Onde E, f_{ta} e E_{ta} são, respectivamente, a deformação específica, o limite de resistência e o módulo de deformação à tração da argamassa no momento da ruptura. Essa ruptura pode se originar de tensões de tração oriundas de movimentação da base ou de movimentos térmicos e higroscópicos do próprio revestimento.

Da equação acima deriva um outro princípio básico para se aumentar a capacidade de absorver deformações dos revestimentos: aumento da relação " f_{ta}/E_{ta} ", que se obtém diminuindo o módulo de deformação à tração da argamassa e, por conseguinte, o seu limite de resistência à tração.

Nas argamassas ditas fracas, as ligações internas são menos resistentes. As tensões podem ser dissipadas na forma de micro-fissuras, à medida em que surgem nas interfaces microscópicas entre os grãos do agregado e a pasta aglomerante. Nas argamassas fortes, com maior limite de resistência, as tensões vão se acumulando e a ruptura, quando sobrevem, já ocorre na forma de fissuras macroscópicas.

A fissuração dos revestimentos é uma situação que deve ser evitada, uma vez que a capacidade de aderência pode ficar comprometida no entorno da região fissurada. As tensões tangenciais surgem na interface base/revestimento próximo às fissuras, podendo ultrapassar o limite de resistência ao cisalhamento da interface, possibilitando o descolamento do revestimento. Além disso, as fissuras podem comprometer a estanqueidade dos revestimentos, sua durabilidade e o acabamento final previsto.

A avaliação tecnológica da capacidade de deformação dos revestimentos também é assunto de desenvolvimento ainda restrito. Alguns estudos foram feitos em painéis de alvenaria revestidos e submetidos à compressão na região da alvenaria. Mede-se durante o ensaio as deformações da base e do revestimento, registrando-se ainda o surgimento de fissuras e o deslocamento do revestimento.

2.2.4 PERMEABILIDADE A AGUA

A permeabilidade à água é uma propriedade dos revestimentos relacionada com a absorção capilar da estrutura porosa e eventualmente fissurada da camada de argamassa endurecida. A permeabilidade desta camada tem fundamental importância na determinação da estanqueidade do sistema vedação e no nível de proteção que o revestimento deve oferecer à base contra a ação das chuvas ou de águas de lavagem da edificação.

Diversos fatores influem na permeabilidade como o traço e natureza dos materiais constituintes da argamassa, a técnica de execução, a espessura da camada, a natureza da base e a quantidade e o tipo de fissuras existentes. Estes fatores em maior ou menor grau vão interferir na porosidade e na capacidade de absorção de água capilar do revestimento de argamassa. Pouco ainda se sabe sobre como varia esta propriedade e o nível de influência da técnica de execução, natureza da base e demais fatores.

A permeabilidade ao vapor d'água é uma propriedade sempre recomendável nos revestimentos argamassados, por favorecer a secagem de umidade acidental ou de infiltração. Evita também os riscos de umidade de condensação interna em regiões de clima mais frio.

Existem diversos métodos para a determinação da permeabilidade à água, mas para a maioria não há especificação de valores em função do tipo de revestimento'. Um método com critério definido de desempenho, é o do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, denominado ensaio de permeabilidade "in situ". Consiste em submeter uma área do revestimento à pressão de água constante, e mede-se o teor de que penetra pela superfície ao final de 24 horas, havendo um valor máximo especificado.

2.2.5 PROPRIEDADES DA SUPERFÍCIE

As propriedades de textura e porosidade superficiais são importantes por estarem relacionadas com as funções estéticas e com a compatibilização do revestimento argamassado com o sistema de pintura ou outro revestimento final. Além de influírem decisivamente na estanqueidade, na resistência mecânica e na durabilidade do revestimento.

A textura superficial pode variar de lisa à áspera sendo basicamente função da granulometria, do teor do agregado (fração mais grossa) e da técnica de execução do revestimento.

Além disto, os revestimentos devem constituir-se em uma superfície plana, nivelada, sem fissuras e resistente a danos, conforme já comentou-se nos itens precedentes. Deve também haver compatibilidade química entre o revestimento e o acabamento final previsto. No caso de tintas à óleo, por exemplo, sabe-se que não há compatibilidade com revestimentos à base de argamassa de cal.

A textura dos revestimentos é função do acabamento final previsto. Devem também ser consideradas as condições de exposição a que estará submetido o revestimento. Para revestimentos externos deve-se dar preferência para texturas mais rugosas. Obtém-se assim superfícies que dissimulam melhor defeitos do próprio revestimento. Contudo, em regiões com maior índice de poluição atmosférica pode-se preferir revestimentos com acabamentos lisos. Estes, quando associados a uma superfície pouco porosa dificultam a fixação de poeiras e micro-organismos conservando, desta forma, mais eficientemente as características estéticas da fachada.

A utilização da desempenadeira de aço contribui para a obtenção de uma textura bastante lisa. Ensaios de campo realizados pela EPUSP, revelaram que tal técnica propicia uma excelente textura, a qual pode ser recomendada quando o revestimento de argamassa é base para pintura com massa corrida. Desde que adotadas recomendações para execução pertinentes, este tipo de acabamento possibilita uma substancial economia de massa sem, no entanto, prejudicar a aderência da mesma.

No caso de revestimento de múltiplas camadas, deve-se adotar para as camadas internas uma textura áspera, possibilitando deste modo uma melhor ancoragem das camadas subsequentes.

A avaliação da textura de revestimentos pode ser feita pela comparação de painéis experimentais com classes padrão de acabamento (definidas em função do tipo e incidência percentual dos defeitos permitidos no revestimento). Este procedimento é recomendado pela Reunion International des Laboratoires de Essais et Materiaux de Construction (RILEM, MR-17).

2.2.6 DURABILIDADE

A durabilidade dos revestimentos argamassados, ou seja, a capacidade de manter o desempenho de suas funções ao longo do tempo, é uma propriedade complexa e depende, para ser corretamente equacionada, da observação de inúmeros procedimentos nas diversas etapas da construção, do projeto ao uso. Na etapa de projeto devem ser, por

exemplo, especificados os materiais e as composições de dosagem, de maneira a compatibilizar o revestimento com as condições a que estará exposto durante sua vida útil; na etapa de execução é fator determinante, além da obediência às técnicas recomendadas, a execução do controle de produção e para a etapa de uso deve ser objeto de especificações coerentes o programa de manutenção periódico.

Os fatores que, com mais frequência, comprometem a durabilidade dos revestimentos estão a seguir relacionados:

- a) movimentações de origem térmica, higroscópicas ou imposta por forças externas: podem causar fissuração, desagregação e descolamento dos revestimentos;
- b) espessura dos revestimentos: sendo excessiva intensifica a movimentação higroscópica nas primeiras idades ocasionando fissuras de retração, que podem comprometer a capacidade de aderência e a permeabilidade do revestimento. A técnica de execução pode, quando inadequada, provocar e ou agravar o aparecimento de tais fissuras;
- c) cultura e proliferação de micro-organismos: provocam manchas escuras que ocorrem geralmente em áreas permanentemente úmidas dos revestimentos. Os fungos e líquens que se proliferam na superfície do revestimento produzem ácidos orgânicos que reagem e destroem progressivamente os aglomerantes da argamassa endurecida;
- d) qualidade das argamassas: podem causar patologias de diversas origens conforme consta da Tabela 1.

O desempenho dos materiais de acabamento, dos sistema de vedação e a estética da obra como um todo dependem da durabilidade dos revestimentos, o que demanda decisões coordenadas e controles de qualidade a nível de todas as etapas do processo construtivo.

A avaliação tecnológica da durabilidade dos revestimentos pode ser realizada através de ensaios acelerados de envelhecimento. Feitos em câmaras climatizadas, representam na maioria das vezes condições de exposição bem mais severas do que as reais sendo, por isto, de difícil correlação com a vida útil dos revestimentos. Acredita-se que a melhor forma de se estudar a durabilidade de revestimentos seja através de pesquisa de campo sistematizadas que considerem as reais condições de execução dos serviços e de exposição dos revestimentos.

Tabela 1 - Problemas patológicos dos revestimentos com origem na qualidade das argamassas

Origem		Patologia Observada no Revestimento	
NATUREZA DO AGREGADO	Grãos deletérios (1)	Composição granulométrica excessivamente fina	Fissuras mapeadas de retração de secagem
		Sulfetos de ferro (pirita, marcassita) Concreções ferruginosas	Vesículas vermelho acastanhado, provocadas pela formação expansiva de sulfatos, óxidos e hidróxidos
		Argilominerais expansivos (montmoriloníticos)	Fissuras com ou sem descolamento e desagregação
	Grãos Friáveis	Micas	Esfoliação ou descolamento em placas
		Fragmentos orgânicos (2) (materiais carbonosos)	Intumescimento e/ou formação de vesículas
		Torrões de argila (2)	Desagregação, vesículas (com matéria orgânica)
CAL	Hidratação retardada do óxido de cálcio	Vesículas	
	Hidrat. Retardada do óxido de magnésio	Descolamento com empolamento	
PROPORÇÃO DE DOSAGEM	Baixo consumo de aglomerantes	Descolamento, placas de baixa resistência Descolamento com pulverulência (agr. fino)	
	Consumo excessivo de cal	Descolamento com pulverulência	
	Consumo elevado de aglomerantes	Descolamento em placas de elevada resistência (argamassa muito rígida para a base considerada)	
	Consumo de água em excesso (3)	Fissuras mapeadas de retração de secagem	

OBS.:

- 1) Grãos instáveis quimicamente;
- 2) Grãos que, além de friáveis, também podem ser instáveis quimicamente;
- 3) O consumo de água em excesso pode ser decorrência do consumo elevado de aglomerantes.

2.2.7 EFICIÊNCIA

A eficiência é uma propriedade resultante do binômio "custo x benefício". Para maximizar esta propriedade, no caso dos revestimentos argamassados, é necessário racionalizar as decisões de projeto, o emprego de materiais, a dosagem de argamassas, bem como, a execução e manutenção dos revestimentos.

Isto só pode ser conseguido através de um processo planejado, controlado e integrado em todas as suas fases, do projeto ao uso, que é a essência do que se denomina - RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA.

3 TIPOLOGIA DOS REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA

3.1 CLASSIFICAÇÃO

Os revestimentos de argamassa podem ser classificados de acordo com os seguintes critérios:

- a) quanto ao número de camadas que o constituem
 - ◆ uma única camada
 - ◆ múltiplas camadas
- b) quanto às condições de exposição
 - ◆ revestimentos de paredes internas;
 - ◆ revestimentos de paredes externas;
- c) quanto ao plano de aplicação
 - ◆ vertical (paredes);
 - ◆ horizontal (tetos).

Os revestimentos argamassados podem ainda servir de base para outros revestimentos, tais como: pastilhas, azulejos, gesso, "Fórmica", "Fulget", pedras naturais, etc. ou então ter como acabamento final um sistema de pintura. Considerando estas diferentes situações e mais as condições de exposição e do plano de aplicação, verifica-se que os revestimentos de argamassa poderão estar submetidos à solicitações de intensidade muito diferentes e por isto deverão apresentar características distintas de modo a atender adequada e otimizada as exigências funcionais.

É então conveniente que haja uma classificação mais ampla dos revestimentos de argamassa, que os agrupe em diferentes tipos, de acordo com as específicas características que devam apresentar. Assim, eles podem ser divididos nos seguintes tipos:

- ◆ revestimentos internos de paredes com acabamento em pintura;
- ◆ revestimentos internos de paredes, base para outros revestimentos;
- ◆ revestimentos de tetos (com acabamento em pintura);
- ◆ revestimentos externos com acabamento em pintura e
- ◆ revestimentos externos, base para outros revestimentos.

3.2 FUNÇÕES E CARACTERÍSTICAS DAS CAMADAS DE REVESTIMENTO

Os revestimentos de argamassa podem se constituir de uma ou duas camadas. As camadas recebem diferentes denominações: emboço (massa grossa), reboco (massa

fina) ou massa única (emboço paulista). O emboço é base tanto para outros revestimentos como para uma segunda camada de revestimento de argamassa - o reboco. Quando o revestimento for de uma camada e tiver acabamento em pintura ele é denominado massa única.

Desta forma os revestimentos de argamassa de uma camada se dividem em: massa única, quando tiverem acabamento em pintura e emboço quando forem base para outros revestimentos. Os revestimentos em duas camadas tem usualmente acabamento em pintura e são constituídos pelo emboço e pelo reboco.

A escolha de um revestimento de uma ou duas camadas quando tiverem acabamento em pintura deve se fundamentar no conhecimento dos seguintes fatores:

- a) materiais disponíveis para a produção das argamassas;
- b) condições e natureza da base sobre a qual será aplicado;
- c) tipologia do revestimento;
- d) espessura necessária ao revestimento.

A seguir são descritas as funções e características das diversas camadas.

3.2.1 EMBOÇO

O emboço, ou massa grossa, é uma camada cuja principal função é a regularização da superfície de alvenaria, devendo apresentar espessura média entre 15 mm e 25 mm. É aplicada diretamente sobre a base previamente preparada (com ou sem chapisco) e se destina a receber as camadas posteriores do revestimento - reboco ou outro revestimento final. Para tanto deve apresentar porosidade e textura superficiais compatíveis com a capacidade de aderência do acabamento final previsto. Ambas são características determinadas pela granulometria dos materiais e pela técnica de execução.

Para obtenção de superfície áspera apropriada à aplicação de qualquer dos acabamentos citados, recomenda-se a utilização de areia de granulometria média ou grossa e de desempenadeira de madeira. Quando base para revestimentos cerâmicos, o emboço deve apresentar capacidade de aderência à sua base suficiente para suportar as maiores solicitações a que estará submetido.

As exigências a nível de acomodação de deformações diferenciais entre a base e o acabamento final são maiores para as aplicações exteriores, sobre bases muito deformáveis e com revestimentos finais que apresentem variações dimensionais de grande amplitude.

3.2.2 -REBOCO

O reboco, ou massa fina, ~ a camada de acabamento dos revestimentos de argamassa. É aplicada sobre o emboço e sua espessura ~ apenas o suficiente para constituir uma película contínua e íntegra sobre o emboço, não devendo ultrapassar 5mm.

É o reboco que confere a textura superficial final aos revestimentos de múltiplas camadas, sendo a pintura, em geral, aplicada diretamente sobre o mesmo. Portanto, não deve apresentar fissuras principalmente em aplicações externas. Para isto, a argamassa deverá apresentar elevada capacidade de acomodar deformações.

O reboco, aplicado sobre paredes internas ou externas, estará sujeito ao desgaste superficial provocado por atividades do usuário ou por agentes agressivos ambientais. Deve apresentar resistência superficial que lhe garanta absorver estas solicitações sem danificar-se. Esta característica é determinada pela natureza dos materiais constituintes da argamassa, pela proporção entre eles (teor de finos, dureza superficial do agregado, consumo de aglomerantes, etc.) e pela técnica executiva.

Os materiais e técnicas empregados devem ser compatíveis com o acabamento especificado, recomendando-se o uso de areia fina e desempenadeira de aço, para obtenção de acabamento liso.

3.2.3 MASSA ÚNICA

A massa única ou emboço paulista (também denominado erroneamente, em algumas regiões do Brasil, reboco paulista) é o revestimento com acabamento em pintura executado em uma única camada. Neste caso, a argamassa utilizada e a técnica de execução deverão resultar em um revestimento capaz de cumprir as funções tanto do emboço quanto do reboco, ou seja, regularização da base e acabamento.

Para utilizar-se a massa única é preciso assegurar de que há, de fato, a disponibilidade de materiais e mão-de-obra apropriados e também observar criteriosamente as condições da base e climáticas do local. É necessário avaliar a pertinência da execução do revestimento em uma única camada caso a espessura média das taliscas seja superior a 30mm.

Feita a opção pela execução do revestimento em uma camada, deve-se cuidar para que a argamassa apresente características compatíveis, simultaneamente, com a base e com o acabamento especificado.

Com relação à base, a principal característica é a capacidade de aderência, cuja importância será ainda maior caso a massa única seja utilizada em revestimentos externos e tetos.

Por se destinar à aplicação posterior de massa corrida e ou pinturas, a massa única não deve apresentar fissuras que comprometam visualmente o acabamento. Principalmente em paredes externas tais defeitos podem propiciar a penetração de águas de chuva, vindo a prejudicar a aderência, a durabilidade do revestimento e a estanqueidade da vedação.

Superficialmente, a massa única deve apresentar textura lisa e homogênea, adequada tanto para permitir uma boa aderência à massa corrida ou pintura, como para economizar o consumo destes materiais.

3.2.4 CHAPISCO

O chapisco não deve ser considerado como uma camada de revestimento. É um procedimento de preparação da base, de espessura irregular, sendo necessário ou não, conforme a natureza da base.

A utilização do chapisco objetiva melhorar as condições de aderência da primeira camada do revestimento à base, em situações críticas basicamente vinculadas a dois fatores:

- a) limitações na capacidade de aderência da base: quando se tratar de superfícies muito lisas e ou com porosidade inadequada (concreto, por exemplo); e bases com capacidade de sucção incompatíveis com uma boa aderência (por exemplo, é o caso de determinados tipos de blocos de concreto com sucção muito alta ou muito baixa);
- b) revestimentos sujeitos a ações de maior intensidade: é o caso dos revestimentos externos em geral, sujeitos à condições de exposição mais severas, que irão provocar ações mecânicas de maior intensidade na interface base/revestimento; e dos revestimentos de tetos, cuja aplicação em planos horizontais exigem uma capacidade de aderência maior, tanto da argamassa no estado fresco quanto no estado endurecido, devido às ações gravitacionais e possíveis deformações da laje.

3.3 CARACTERÍSTICAS DOS TIPOS DE REVESTIMENTOS

Conhecidas as funções e propriedades genéricas a todos os revestimentos de argamassa (item 2), é preciso salientar a importância relativa daquelas propriedades nas diversas situações de aplicação dos revestimentos. Para cada situação de trabalho, as ações atuantes sobre o revestimento serão diferenciadas, exigindo-se que suas propriedades sejam ponderadas de modo diverso.

Os revestimentos de argamassa para paredes internas com acabamento em pintura serão aqui considerados como parâmetro para os revestimentos de paredes externas e tetos. Está-se considerando que os revestimentos de paredes internos trabalham em condições normais de solicitação. Suas características quanto à capacidade de aderência, resistências mecânicas, capacidade de absorver deformações e durabilidade serão consideradas como padrão de comparação. Assim, para os outros tipos de revestimentos deverão ser identificadas as características que precisam ser ponderadas diferentemente, face às condições mais severas a que estão submetidos.

Nos itens que se seguem, busca-se definir as características específicas que os revestimentos de argamassa devem apresentar para que tenham um desempenho adequado, frente às diversas condições de exposição e aplicação.

3.3.1 REVESTIMENTOS INTERNOS DE PAREDES COM ACABAMENTO EM PINTURA

As principais exigências se referem à necessidade de restringir o aparecimento de fissuras que nesta situação, são indesejáveis, mesmo quando da utilização de massa corrida ou gesso como acabamento superficial. Esta película de acabamento ao ser aplicada é capaz de dissimular as fissuras. Todavia, num espaço de tempo bastante curto, elas poderão voltar a ser perceptíveis, comprometendo a aparência ou até mesmo, em situações críticas e com o tempo, a integridade do revestimento. Para se evitar o aparecimento de fissuras, a argamassa de revestimento deve apresentar adequada capacidade de absorver deformações. Deve-se ainda observar as técnicas recomendadas para execução dos revestimentos, conforme capítulo 4.

Outras características que deverão ser observadas referem-se às condições superficiais do revestimento em relação ao acabamento especificado.

Assim, para massa corrida PV A ou acrílica é necessário que o revestimento apresente regularidade superficial de forma a garantir a boa aderência e economia no consumo de massa corrida.

Para as pinturas aplicadas diretamente sobre o reboco, a superfície deverá ser homogênea e isenta de partículas soltas. Para aplicação de tintas impermeáveis ao vapor d'água (tintas à óleo, esmaltes sintéticos, epóxi, etc.), a superfície deverá estar quimicamente estável e totalmente seca, de forma a não comprometer a durabilidade destas pinturas.

Em qualquer dos acabamentos previstos, o revestimento para paredes internas deverá apresentar boa resistência mecânica ao desgaste superficial, dado às condições de uso que o expõe freqüentemente a pequenos choques, abrasão, etc.

3.3.2 REVESTIMENTOS INTERNOS, BASE PARA OUTROS REVESTIMENTOS

Como base para outros revestimentos utiliza-se o emboço, e neste caso a principal característica a se observar é a capacidade de aderência do emboço à alvenaria, necessária para suportar a tensão advinda do peso próprio dos componentes cerâmicos ou de sua movimentação térmica e higroscópica. Estas tensões atuarão no sentido de cisalhar a interface alvenaria/emboço.

Quanto às condições superficiais, deve-se cuidar para que a textura superficial de emboço seja adequada para permitir uma boa aderência da argamassa de assentamento dos componentes cerâmicos.

3.3.3 REVESTIMENTOS DE TETOS

Nesta situação, a diferença básica em relação às condições normais de trabalho é que a superfície de aplicação é horizontal. A componente gravitacional interfere no momento da execução e posteriormente. A característica mais solicitada será a capacidade de aderência à base. Os maiores cuidados devem ser dirigidos à preparação da base, e à definição, produção e aplicação da argamassa de revestimento.

Estes revestimentos poderão ser executados em única camada (massa única e a pintura), ou em múltiplas camadas (emboço, reboco e a pintura). Em qualquer dos casos, deve-se trabalhar com pequenas espessuras, evitar o aparecimento de fissuras e compatibilizar a superfície do revestimento ao acabamento previsto.

Cuidados especiais deverão ser tomados quando a aplicação dos revestimentos ocorrer sob lajes de cobertura, que estão sujeita a movimentações estruturais mais intensas provocadas principalmente por variações térmicas. Nesta situação a capacidade de absorver deformações é característica indispensável ao revestimento.

3.3.4 -REVESTIMENTOS EXTERNOS COM ACABAMENTO EM PINTURA

Os revestimentos externos deverão ser dimensionados para que, além do cumprimento de suas funções primárias, resistam a ações de maior intensidade provocadas pelo efeito combinado dos fatores ambientais agressivos, tais como águas de chuva, variações amplas de temperatura, incidência direta de raios solares, agentes atmosféricos corrosivos, etc., que pode vir a comprometer sua durabilidade.

Dado o grau de exposição dos revestimentos externos com acabamento em pintura é nesta situação que se fazem as maiores restrições quanto ao aparecimento de fissuras. Estas podem representar um canal para penetração das águas de chuva, comprometendo não só a aderência e a durabilidade do revestimento, mas também a durabilidade do

elemento de vedação e a estanqueidade do conjunto. Os cuidados com a preparação da base incluem a prescrição de chapisco em todas as alvenarias externas.

A argamassa utilizada deverá apresentar características no estado fresco que inibam o aparecimento de fissuras devidas à retração de secagem. Cabe lembrar que, para as argamassas de aplicação externa, além da água que é, lhe é retirada por sucção da base, parte perde-se por evaporação para o ambiente (cuidados especiais devem ser tomados em climas quentes e secos).

Mesmo o aparecimento apenas de pequenas fissuras (que em situações de solicitação menos intensa podem não representar prejuízo) no revestimento externo representam um ponto crítico. Havendo um ciclo contínuo de expansão e retração termo-higroscópica da vedação, poderá ocorrer a abertura daquelas fissuras, rompendo a película de pintura e comprometendo a durabilidade do sistema. Por isto, o revestimento, além de não poder apresentar fissuras, deverá ter boa capacidade de, absorver deformações decorrentes de movimentações de origens térmica e higroscópica.

A resistência à penetração de água é uma característica a ser cumprida pelo conjunto elemento de vedação e revestimento. A espessura final da parede (alvenaria revestida) deve ter dimensões mínimas para se constituir em uma barreira estanque à água.

3.3.5 -REVESTIMENTOS EXTERNOS BASE PARA OUTROS REVESTIMENTOS

Neste ponto, cabe reforçar as considerações feitas no Item anterior. Os revestimentos externos serão sempre mais solicitados em todas as suas características se consideradas as condições normais de trabalho.

As características a serem ponderadas diferentemente, face à sobrecarga proveniente dos revestimentos finais, são a capacidade de aderência à base, a resistência a esforços tangenciais, e o acabamento superficial.

Cabe ressaltar que, também nesta situação, a presença de fissuras macroscópicas no emboço deve ser evitada. Estas, conjugadas a eventuais falhas no revestimento cerâmico (principalmente no rejunte), podem também permitir a penetração de água e a conseqüente deterioração do conjunto.

3.3.6 -ANALISE COMPARATIVA DOS TIPOS DE REVESTIMENTOS

No atual estágio do conhecimento, não é ainda possível o estabelecimento de parâmetros numéricos que definam valores limite recomendáveis para todas as propriedades dos revestimentos.

No entanto, é possível estabelecer uma comparação qualitativa da importância das propriedades para os cinco tipos de revestimentos de argamassa. Esta análise está sintetizada na Tabela 2.

Tabela 2 - Comparação qualitativa das características dos revestimentos argamassados (Nível de exigência crescente de A para D)

Tipo de Revestimento	INTERNO			EXTERNO	
	PAREDES		TETO	Base para Pintura	Base para Cerâmica
	B. Pintura	B. Cerâmica			
Capacidade de Aderência (Arg. Endurecida)	A	B	D	C	D
Capacidade de absorver deformações	C	A	C	D	B
Restrição ao aparecimento de fissuras	C	A	C	D	B
Resistência a tração e a compressão	A	B	A	C	D
Resistência ao desgaste superficial	C	A	A	C	B
Durabilidade	B	A	A	D	C

3.4 BASES PARA APLICAÇÃO DOS REVESTIMENTOS

A influência da base nas propriedades e desempenho dos revestimentos é um assunto com investigações experimentais ainda restritas, e que carece de pesquisas tecnológicas.

No atual estágio do conhecimento sobre o assunto, considera-se muito importante analisar a natureza da base para o projeto, planejamento e execução dos revestimentos, devendo-se observar, principalmente, as seguintes características:

- a) resistência mecânica - as bases devem ter maior resistência mecânica do que os revestimentos por se constituírem no suporte destes e por terem a função de absorver todos os esforços atuantes na vedação;
- b) movimentações higroscópicas - são variações dimensionais da base ocasionadas pela troca de umidade com o meio ambiente para obtenção do equilíbrio higroscópico. Estas movimentações são parte irreversíveis, nas primeiras idades (tanto na estrutura de concreto quanto na de alvenaria), e parte reversíveis (cíclicas), durante a vida do edifício. As movimentações iniciais e as reversíveis podem causar fissuras nos revestimentos se estes não tiverem capacidade de absorvê-las. Este fenômeno é dependente das características da base, das condições climáticas e da permeabilidade no revestimento;
- c) porosidade e absorção de água capilar - são características que interferem na capacidade de aderência dos revestimentos. Normalmente, as bases de elevada e baixa sucção apresentam menor capacidade de aderência que as bases de sucção

intermediária. Nestas últimas, a transferência de pasta aglomerante da argamassa para a base se processa ao longo de um período mais extenso, possibilitando a formação de um meio contínuo de pasta endurecida que garante a aderência. Por exemplo, para as bases com elevada sucção capilar, a rápida absorção impede, quando associada a uma argamassa de baixa retenção de água, a formação deste meio contínuo determinando uma menor ancoragem mecânica do revestimento. O diâmetro, a natureza e distribuição dos poros são, assim, importantes fatores que interferem na capacidade de aderência dos revestimentos, assim como em outras propriedades, como a permeabilidade à água.

d) textura superficial - também influi na aderência argamassa/base. Geralmente, quanto mais rugosa for a superfície da base, maior será a aderência mecânica dos revestimentos. Nas bases de textura lisa e baixa capacidade de sucção, a aderência precisa ser garantida às custas de um consumo maior de cimento e com uma técnica de aplicação específica, como é o caso do chapisco sobre estruturas de concreto;

e) homogeneidade - deve-se analisar a homogeneidade da base em termos de capacidade de absorção de água capilar e movimentações reversíveis de origem térmica ou higroscópica, pois estes são os fatores que podem causar fissuração dos revestimentos. Quando a base é heterogênea, o que é inevitável nas estruturas de concreto armado com alvenarias de vedação, deve-se estudar soluções a nível de projeto para evitar patologias futuras no sistema de vedação;

f) integridade - a integridade física da bases a revestir deve ser observada ao máximo, nas etapas precedentes à execução do revestimento. Os abalos e irregularidades, quando não tratados convenientemente, poderão comprometer o desempenho do revestimento e o acabamento da vedação;

g) proteção requerida - é função principalmente das condições de exposição e da natureza da base, sendo que alguns substratos só terão desempenho eficiente quando protegidos por revestimento adequado, como é o caso das alvenarias de vedação com blocos de concreto.

4 CONCEITOS BÁSICOS SOBRE PROJETO, PLANEJAMENTO E CONTROLE DA EXECUÇÃO DE REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA

4.1 PROJETO

O projeto de revestimentos correspondente à definição clara e precisa de todos os aspectos relativos aos materiais e técnicas e detalhes construtivas a serem empregados e aos padrões e técnicas de controle de qualidade a serem observados. Obtém-se, assim, um projeto construtivo adequado, que permita a execução de planejamento, programação e controle detalhados e coerentes e uma gerência eficiente e eficaz do que se vai executar .

Este específico projeto, como os demais projetos construtivos (de impermeabilização, de alvenaria, de formas, etc.), deve ser concebido antes do início das obras e interagir com os demais projetos induzindo desta forma uma total integração e coordenação entre eles. A existência e a utilização plena e correta de projetos construtivos tem se mostrado como a melhor ferramenta para a eliminação de desperdícios, a redução de custos, o controle do processo, a obtenção da qualidade desejada, enfim, para a racionalização construtiva e para a otimização do desempenho da atividade de construção de edifícios.

O projeto dos revestimentos de argamassas tem basicamente os seguintes objetivos:

- a) definir os tipos de revestimentos a serem executados;
- b) especificar as argamassas a serem empregadas em cada um dos tipos de revestimento;
- c) definir as técnicas a serem utilizadas na execução dos revestimentos;
- d) especificar os padrões de qualidade exigidos para os serviços;
- e) estudar e definir detalhes arquitetônicos e construtivos que afetam o desempenho dos revestimentos, evitando ou diminuindo sua solicitação por agentes potencialmente prejudiciais;
- f) definir a sistemática de controle de qualidade a ser adotada e especificar os requisitos de desempenho a serem atingidos.

4.2 PLANEJAMENTO

O planejamento básico da execução de cada um dos serviços deverá dar origem a um programa de execução que será o instrumento a ser posto em prática para viabilizar a

sua execução racional, organizada e em sincronia com o planejamento dos demais serviços.

Cabe aqui destacar as questões básicas a serem consideradas para o planejamento da execução dos revestimentos que deverão ser equacionadas segundo as condições peculiares de cada obra, conforme consta das alíneas que seguem:

- a) tempo e orçamento previsto para a execução dos serviços de revestimento;
- b) quantificação dos serviços de revestimento, apropriando-se a área total de todos os tipos levantados no projeto;
- c) previsão da quantidade de mão-de-obra, com a definição das equipes iniciais de trabalho e no transcorrer da obra;
- d) estimativa dos volumes de produção de argamassa ao longo da obra;
- e) estimativa dos estoques necessários ou possíveis de materiais, estabelecendo-se a programação de compra e o plano de controle da qualidade de aceitação dos materiais básicos e das argamassas;
- f) previsão de estocagem adequada para os materiais, associada ao local de produção da argamassas e as características de armazenagem;
- g) definição do lay-out de produção das argamassas, tendo-se em vista os volumes diários de produção e a racionalização do uso dos equipamentos e da mão-de-obra, estudando-se também os meios de controle da produção e o fluxo de distribuição das argamassas para os pontos de consumo (transporte horizontal e vertical);
- h) previsão dos equipamentos e utensílios necessários para a produção e transporte das argamassas, conforme o lay-out e cronograma da produção ao longa da obra;
- i) previsão da ferramentas e utensílios necessários a serem alocados, individualmente, para encarregados, pedreiros e serventes;
- j) previsão e prazos de instalação da infra-estrutura necessária para os serviços de revestimentos, tais como: balancins, andaimes, tablados elevados para revestimento de teto, etc.;
- k) plano de controle sistemático do volume de produção das argamassas e da produtividade dos serviços de revestimento, com vistas à confirmação ou racionalização da previsão inicial de mão-de-obra;
- l) plano de controle da qualidade de produção e de aceitação dos serviços ,de revestimento;
- m) plano de treinamento das equipes de:

- ◆ produção das argamassas, que devem ser bem instruídas sobre os traços a serem produzidos, procedimento para a dosagem de cada um dos materiais, tempo de mistura, preenchimento das fichas de controle da produção, etc.;
- ◆ produção dos revestimentos, que deverão ser treinadas nos primeiros serviços visando melhorar habilidades, bem como ser esclarecidas sobre o padrão de acabamento a ser exigido pelo controle de qualidade;
- ◆ controle de qualidade, que deverão ter acompanhamento crítico das operações, detalhando, simplificando, corrigindo, aperfeiçoando e normalizando todas as atividades concernentes à execução dos serviços de revestimentos.

4.3 CONTROLE

Os procedimentos de controle numa obra envolvem várias etapas que se completam ao longo do processo executivo e são realimentadas por ele.

Esta dinâmica, que se chama genericamente controle de qualidade, visa garantir a qualidade e racionalização dos serviços da construção através de uma sistemática que permita avaliar a participação de cada um dos insumos, materiais, equipamentos e mão-de-obra, no processo executivo como um todo, podendo determinar alterações localizadas ou globais, capazes de garantir, quando da obra acabada, a conformidade do produto com o previsto a nível dos projetos executivos.

Na etapa referente à execução dos revestimentos de argamassa, os procedimentos de controle podem ser agrupados em:

- ◆ controle de qualidade das condições para início da execução dos serviços;
- ◆ controle de qualidade de execução (de produção do serviço);
- ◆ controle de qualidade de aceitação.

Além destes conjuntos de procedimentos, o processo de controle incorpora também, um outro conjunto denominado - apropriação. Esta se constitui em um excelente instrumento de gerenciamento de recursos. Seu objetivo primeiro é a realimentação do processo de produção dos revestimentos através da análise de dados referentes à produção e consumo de argamassas, à produtividade de mão-de-obra e dos equipamentos utilizados neste serviço. A apropriação deverá ser feita segundo uma metodologia que determine estes valores de forma sistemática. Os dados assim obtidos irão gerar índices de consumo, de perdas e de

produtividade próprios que serão ainda utilizados para, por exemplo, avaliação global da obra em questão, fundamentar o projeto e o planejamento destes serviços em obras futuras, ampliar o conhecimento do processo e permitir sua evolução, etc.

4.3.1 CONTROLE DE QUALIDADE DAS CONDIÇÕES PARA INÍCIO DA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

Este controle se refere a avaliação da terminalidade dos serviços que antecedem a etapa de execução dos revestimentos e que possam com eles interagir. Somente após esta verificação e a execução das correções necessárias é que deve ser autorizado o início dos trabalhos de revestimento.

Como exemplo dos Itens a serem avaliados pode-se citar:

- ◆ tempo de fixação das paredes (encunhadas ou não). Como regra recomenda-se que este prazo não seja inferior a 15 dias;
- ◆ conclusão dos serviços referentes às instalações prediais: embutimento de tubulações e reconstituição dos rasgos na alvenaria;
- ◆ correção de quaisquer imperfeições superficiais da alvenaria e da estrutura que impliquem em um aumento significativo na espessura do revestimento ou que exijam o preenchimento prévio;
- ◆ aplicação de telas metálicas em locais que tendem a apresentar fissuras devido a movimentação de origens diversas;
- ◆ assentamento dos marcos e contramarcos de portas e janelas e verificação da qualidade dos prumos, esquadros e níveis.

4.3.2 CONTROLE DE QUALIDADE DE EXECUÇÃO

É um controle que visa garantir a conformidade dos revestimentos de argamassa com os padrões estabelecidos no projeto, através da verificação contínua do processo de produção dos serviços de revestimento, inclusive de produção das argamassas. Desta forma é avaliada continuamente a pertinência da execução tal como está sendo feita com o que havia sido projetado e pode-se intervir de modo a corrigir o processo no momento em que ocorrerem os desvios.

Esta sistemática de controle permite identificar e evitar a reprodução de técnicas inadequadas, uso incorreto de materiais ou dosagens incapazes de conferir aos revestimentos as características necessárias ao cumprimento de suas funções. Sua adoção pode representar um aperfeiçoamento contínuo da mão-de-obra, uma vez que evita a repetição de práticas indesejáveis, além de estimular a procura de técnicas mais

apropriadas e eficientes para execução de um dado serviço. Além disso, com a implantação de uma tal sistemática de controle obtém-se a catalogação e documentação adequada dos materiais, técnicas e empregados e dos resultados atingidos para cada obra, o que se torna um instrumento valioso para levantamentos posteriores de pesquisa, bem como para o diagnóstico e tratamento de eventuais patologias.

O controle deve ser executado por técnicos que tenham perfeito domínio do projeto de revestimentos. Ou seja, para proceder ao controle é necessário o conhecimento dos materiais, técnicas e detalhes especificados, dos padrões de qualidade e de acabamento exigidos e das respectivas tolerâncias admitidas em torno destes padrões.

O acompanhamento da execução dos serviços poderá ser feito globalmente ou por amostragem. A opção depende do nível do empreendimento, da especificidade do serviço e da confiabilidade da mão-de-obra empregada tanto para a execução dos serviços quanto para a coleta de dados.

Do controle do processo resultam informações que alimentarão o processo de tomada de decisões. Confrontando-se as informações obtidas com os padrões estabelecidos, pode-se configurar duas situações:

- revestimento em execução atende às exigências - deve-se portanto autorizar o prosseguimento sem alterações ou,
- revestimento não atende às exigências - neste caso deve-se identificar as razões antes de proceder às alterações.

Os motivos da inadequação verificada em qualquer segmento do serviço podem ter sua origem em:

- as argamassas em uso e ou as técnicas executivas não estão obedecendo às especificações prescritas, devendo-se adotar medidas corretivas no sentido de reconduzí-las à prática prevista, ou
- as especificações estão sendo seguidas, mas os resultados obtidos não respondem às exigências estabelecidas para os revestimentos. Neste caso, os dados levantados devem servir de subsídios à revisão do projeto executivo que poderá determinar a necessidade de alteração em uma ou mais prescrições referentes à qualidade dos materiais constituintes da argamassa, dosagem e ou técnicas de execução.

A seguir são exemplificados Itens importantes, passíveis de verificação no controle de qualidade de execução dos revestimentos de argamassa:

a) Preparação da Base:

- condições de limpeza da base;
- correção de imperfeições da base;
- tratamento das superfícies de concreto a serem revestidas;
- execução correta do chapisco nas superfícies prescritas em projeto;
- necessidade de tratamento superficial diferenciado em regiões não prescritas no projeto;

b) Produção das Argamassas de Revestimento:

- conformidade dos materiais constituintes das argamassas com as especificações;
- produção das argamassas de revestimento de acordo com o projeto;

c) Definição do Plano de Revestimento:

- prumo e esquadro das taliscas de paredes. Esta avaliação deverá ser mais rigorosa no caso de emboço para revestimento cerâmico. Para tetos, verificação do nivelamento das taliscas;
- determinar a espessura média do taliscamento e confrontar com a prevista no projeto. Verificar se as regiões de revestimento com espessura superior a 50mm estão devidamente "encasquilhadas";

d) Aplicação da argamassa e sarrafeamento dos revestimentos:

- espessuras das "cheias". Para espessuras de 30 a 50mm verificar se o enchimento está sendo executado em duas "cheias", com um intervalo de 24 horas entre elas;
- reaproveitamento da argamassa;
- intervalo de tempo para sarrafeamento;
- aderência da argamassa fresca e textura final;

e) Acabamento de Massa única e Emboço:

- grau de fissuração atende ao admitido;
- intervalo de tempo para o desempenamento;
- textura de acabamento e aderência;

f) Execução do Reboco:

- uniformidade superficial do reboco - sem emendas ou correções - exigida para aplicação de pinturas;
- intervalo de tempo após execução do emboço.

4.3.3 -CONTROLE DE QUALIDADE DE ACEITAÇÃO

O controle de qualidade de aceitação dos serviços objetiva verificar a total conformidade do revestimento de argamassa que foi executado, com o previsto em projeto. A execução do controle do processo de produção não implica que o revestimento pronto apresente esta conformidade. Por várias razões: a) porque a etapa anterior de controle é feita geralmente por amostragem. b) existência de fatores intrínsecos ao processo de produção não controláveis (relativos à mão de obra, condições climáticas, etc.) c) terminalidade do serviço depende de procedimentos posteriores ao controle de execução d) dificuldade de avaliação de determinados aspectos durante a execução (p. ex. planicidade, perfeição dos diedros, etc.).

O universo do controle de qualidade de aceitação é todo o serviço de revestimento. Além das funções de receber o serviço e apropriar o que foi produzido (para pagamento, avaliação de perdas, de produtividade, de custo real, etc.) o controle de aceitação pode servir como instrumento fundamental para avaliação do projeto de revestimento e para aperfeiçoamento do processo. Normalmente isto é possível com a execução, por amostragem e com uma frequência compatível com as características da obra, de ensaios especiais que visam avaliar a qualidade das especificações de projeto. Estes procedimentos conduzem à obtenção de dados que possibilitam o questionamento do que foi previamente especificado e, desde que corretamente analisados, induzem a evolução do processo.

A seguir são exemplificados alguns aspectos que devem ser objeto de controle normal de aceitação:

- planeza, prumo e nivelamento das superfícies dos revestimentos;
- esquadro dos diedros e retilinearidade, nivelamento e prumo do eixo dos diedros;
- uniformidade e limpeza (livre de rebarbas) das superfícies;
- execução dos requadros de caixas elétricas destinadas a tomadas, interruptores e pontos de luz;
- requadratura das bonecas, vigas e pilares;
- aderência do revestimento por percussão;
- índice de fissuração, abertura das fissuras;
- execução de detalhes construtivos - juntas, frisos, pingadeiras, etc.;
- textura final.