Monografia

"PROPOSTA PARA MANUAL DE EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO EM ARGAMASSAS CONVENCIONAIS E INDUSTRIALIZADAS "

Autor: Rogério Luiz Cândido

Orientador: Prof. Adriano de Paula e Silva

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

Fevereiro/2011

AUTOR: Rogério Luiz Cândido

"PROPOSTA PARA MANUAL DE EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO EM ARGAMASSAS CONVENCIONAIS E INDUSTRIALIZDAS "

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG

Ênfase: Tecnologia e produtividade das construções

Orientador: Prof. Adriano de Paula e Silva

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2011

Sinceros agradecimentos a Aparecida Ana de Jesus, Débora Alves e Eweton Carlos Costa pelo apoio incondicional, a Dircéia Coutinho, Antônio Coutinho e ao Prof. Erwin Holf Madson Junior, pelos incessantes incentivos; eternos mestres.

Peço desculpa aos familiares pela ausência neste período; e agradeço ainda aos cologas de classe pela agradável convivência, e muitíssimo obrigado aos Professores do curso e aos dedicados funcionários da UFMG.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 14
2.1 BASE OU SUBSTRATO 14
2.1.1 Preparação da Base para Revestimento 14
2.1.2 Limpeza da Base 16
2.1.3 Uso de Chapisco no Preparo da Base 18
2.1.3.1 Argamassas de Chapisco 19
2.1.3.2 Métodos Para Aplicação do Chapisco 20
2.1.3.3 Características do Chapisco 22
2.1.4 Elementos Auxiliares 26
2.1.5 Encasque/Enchimento 28
2.1.6 Emboço 31
2.1.6.1 Execução de Emboço 31

2.2 PRODUÇÃO DE ARGAMASSA 33
2.2.1 Armazenamento dos materiais 34
2.2.2 Preparo da Mistura 35
2.2.3 Produção Manual 35
2.2.4 Produção Mecânica 37
2.2.5 Preparo da Argamassa Industrializada 39

2.3 ARGAMASSAS 41
2.3.1 Definição 41
2.3.2 Constituintes e Funções 41
2.3.2.1 Funções 41
2.3.2.2 Constituintes 42

2.3.2.2.1 Aglomerante 42
2.3.2.2.2 Agregado 42
2.3.2.2.3 Água 44
2.3.2.2.4 Aditivos 44
2.3.2.2.5 Aglutinante 45
2.3.3 Classificação das argamassas 45
2.3.4 Principais propriedades da argamassa no estado fresco 46
2.3.4.1 Consistência 46
2.3.4.2 Plasticidade 47
2.3.4.3 Trabalhabilidade 48
2.3.4.4 Retenção de Água 49
2.3.4.5 Coesão 49
2.3.4.6 Massa 49
2.3.4.7 Fluidez 50
2.3.4.8 Homogeneidade 51
2.3.5 Principais propriedades da argamassa no estado endurecido 51
2.3.5.1 Resistência Mecânica 51
2.3.5.2 Capacidade de Absorver Deformações 52
2.3.5.3 Impermeabilidade 52
2.3.5.4 Adesão e Aderência 52
2.3.5.5 Durabilidade 53
2.3.6 Características das argamassas 54
2.3.6.1 Argamassas de Cal 54
2.3.6.2 Argamassas de Cimento 54
2.3.6.3 Argamassas Compostas de Cal e Cimento 55
2.3.7 Argamassas industrializadas 55
2.3.7.1 Vantagens da argamassa industrializada 56

2.4 MECANISMOS DA ARGAMASSA 58
2.4.1 Adesão e Aderência 58
2.4.1.1 Adesão 58
2.4.1.2 Aderência 58
2.4.2 Avaliação de aderência 62
2.4.3 Aglomerantes 64
2.4.3.1 Cimento e cal 64
2.4.3.2 Tipos de Cales Comumente encontrada em Obras 65
2.4.4 Adição de água 67
2.4.5 Logística do revestimento 68
2.4.6 Aceitação ou rejeição 69

2.5 ADITIVOS 70
2.5.1 Aditivos incorporadores de ar 70
2.5.2 Retentores de água 72

2.6 FENÔMENOS PATOLÓGICOS 74
2.6.1 Fissuras 74
2.6.1.1 Fissuras Mapeadas 74
2.6.1.2 Fissuras geométricas 75
2.6.2 Vesículas 77
2.6.3 Pulverolência 77
2.64 Empolas pequenas 78
2.6.5 Expansão e descolamento do revestimento 78
2.6.6 Eflorescência 79
2.6.7 Bolor 81
2.6.8 Descolamento com empolamento 82
2.6.9 Descolamento em placas 83
2.6.10 Descolamento com pulverolência 84

3 DESENVOLVIMENTO - EXECUÇÃO E TIPOS DE ACABAMENTO 85
3.1 Características dos Revestimentos de Argamassa 85
3.1.1 Características Gerais 85
3.1.2 Aspecto 86
3.1.3 Espessura 86
3.1.4 Prumo 88
3.1.5 Nivelamento 89
5.1.6 Planeza 89
3.2 Idades Mínimas 89
3.3 Etapas de Aplicação 90
3.3.1 Lançamento 90
3.3.2 Sarrafeamento 92
3.3.3 Desempeno 97
3.3.4 Feltragem 98
3.4 Revestimentos e Tipos de Acabamento 98
3.4.1 Tipos de revestimento 98
3.4.1.1 Reboco ou massa única 98
3.4.1.2 Cuidados com a aplicação 100
3.4.2 Tipos de acabamento 100
3.4.2.1 Sarrafeado 100
3.4.2.2 Desempenado 101
3.4.2.3 Camurçado 101
3.4.2.4 Raspado 103
3.4.2.5 Lavado 104
3.4.2.6 Chapiscado 104
3.4.2.7 Imitação travertino 106
3.4.2.8 Outros tipos de acabamentos 107
3.5 Bases contíguas ou diferentes 110

3.6 Detalhes executivos 113
3.6.1 Arestas 113
3.6.2 Pingadeiras 113
3.6.3 Juntas 114
3.6.4 Riscos e sulcos 114
3.7 Considerações sobre o processo de aplicação convencional 114
3.8 Argamassa projetada 115

4 CONCLUSÃO 119

5 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA 123

10 LEITURA COMPLEMENTAR 124

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1.3.1: Base em bloco cerâmico 19
Figura 2.1.3.2: Chapisco Industrializado 22
Figura 2.1.3.3: Chapisco convencional interno 24
Figura 2.1.3.4: Uso Conjugado de Chapisco 25
Figura 2.1.4.1: Taliscas 27
Figura 2.1.5.1: Encasque 28
Figura 2.1.5.2: Enchimento em revestimento de fachada 29
Figura 2.1.5.3: Enchimento de base em ambiente interno 30
Figura 2.2.4.1: Argamassadeira 38
Figura 2.2.4.2: Betoneira 39
Figura 2.3.4.7.1: Argamassa projetada com excesso de fluidez 50
Figura 2.6.1.2.1: Fissura no vértice da caixa de elétrica 76
Figura 2.6.1.2.2: Fissuras por retração 76
Figura 2.6.6.1: Área afetada por eflorescência 80
Figura 2.6.6.2: Detalhe da exudação da cal – eflorescência 80
Figura 2.6.7.1: Bolor 82
Figura 3.1.3.1: Espessura excessiva em revestimento 87
Figura 3.1.3.2: Área atingida por escoamento 88
Figura 3.3.1.1: Lançamento manual de argamassa 91
Figura 3.3.1.2: Recipiente para acondicionar argamassa 92
Figura 3.3.2.1: Sarrafeamento de argamassa 94
Figura 3.3.2.2: Régua utilizada para sarrafeamento 95
Figura 3.3.2.3: Régua utilizada para aperto 96
Figura 3.3.3.1: Desenpeno de revestimento 97
Figura 3.4.2.3: Acabamento camurçado liso 103
Figura 3.4.2.6.1: Muro com acabamento chapiscado 105
Figura 3.4.2.6.2: Detalhe do muro chapiscado 105
Figura 3.4.2.7.1: Imitação travertino 106

Figura 3.4.2.8.1: Muro com rugosidades 107
Figura 3.4.2.8.2: Detalhe do muro com rugosidades 107
Figura 3.4.2.8.3: Acabamento com desempenadeira denteada 108
Figura 3.4.2.8.4: Detalhe do acabamento com desempenadeira denteada 108
Figura 3.4.2.8.5: Saliências 109
Figura 3.4.2.8.6: Detalhe das saliências 109
Figura 3.5.1: Tela metálica galvanizada 112
Figura 3.5.2: Tela metálica aplicada 112
Figura 3.8.1: Vista longitudinal do equipamento de projeção 116
Figura 3.8.2: Vista transversal do equipamento de projeção 117
Figura 3.8.3: Vista superior do equipamento de projeção 118
Figura 3.8.4: Bico de projeção 119
Figura 3.8.5: Momento da projeção 119
Figura 3.8.6: Aspecto da argamassa projetada 120

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.3.2.2.2.1 Dimensão máxima dos agregados 42
Tabela 2.3.2.2.2.2 Classificação dos agregados 44
Tabela 2.3.3.1Classificação das Argamassas 45
Tabela 2.4.2.1Resistência de aderência a tração para rebocos 64
Tabela 2.4.3.2.1Classificação das argamassas 66
Tabela 3.1.3.1Espessuras admissíveis 86

Resumo

Esta monografia relata de forma simples e resumida a execução de revestimento em argamassa.

Sempre focado nas normas vigentes, este trabalho tem início nas bases a revestir; relatando os tipos de base, métodos de preaparação de bases e formas de verificação dos trabalhos; na sequência da leitura aborda-se os elementos constituintes da argamassa, forma de armazenamento, meios para dosagem dos constituintes e métodos para produção da argamassa.

De forma simplificada, relata-se a metodologia convencional de execução de reboco e a metodologia mecanizada, ou projetada; este trabalho também contém alguns tipos tipo de acabamento, principais cuidados que devem ser tomados antes, durante e após a execução de reboco; bem como as conseqüências decorrentes da não observação das técnicas normatizadas.

1 INTRODUÇÃO

Como mencionado pela NBR 7200-1998, a etapa de execução do revestimento é a principal responsável por fenômenos patológicos observados posteriormente a entega da obra, sendo assim, este trabalho visa orientar quanto a correta execução de revestimentos.

Através do embasamento normativo, este trabalho traz para perto dos profissionais de construção civil uma leitura sobre materiais, métodos executivos, aditivos e principais problemas verificados após a entrega da obra, bem como alguns reparos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 BASE OU SUBSTRATO

A base ou substrato é a região que será revestida com argamassa, ou seja; o local onde o revestimento será aplicado.

As bases contempladas pela NBR 7200 / 1998, e conseqüentemente por este trabalho são: concreto, tijolo e bloco cerâmico, bloco de concreto, bloco de concreto celular e bloco sílico-calcário.

2.1.1 Preparação da base para revestimento

Antes que se iniciem os trabalhos de revestimento, a base deve estar plenamente preparada; recomenda-se o uso de planilhas para liberação da base, e nesta planilha devem constar itens como: limpeza, planeza, prumo, nivelamento e esquadro; geralmente tais planilhas são flexíveis, e sua função é fornecer a administração da obra controle, acompanhamento e rastreabilidade.

Além dos itens descritos acima, deve ser realizada uma inspeção na base a fim verificar a incidência de outros elementos que comprometam o revestimento.

Dentre os agentes comprometedores dos trabalhos destacamos a umidade nos planos a serem revestidos, que após identificada sua origem, define-se uma solução para eliminação da infiltração, e em seguida prossegue-se com os demais procedimentos de preparação da base.

A base deve ser regular para que o revestimento seja aplicado em camadas uniformes, sendo que as irregularidades superficiais devem ser eliminadas de acordo com os seguintes procedimentos:

- Retiradas de pontas de ferro e rebarbas entre juntas de alvenaria.
- Correção de depressões furos e rasgos, de acordo com os seguintes critérios:

a - Enchimento das falhas da base com argamassa, desde que suas profundidades sejam inferiores a 50mm.

b - Correção dos rasgos efetuados para instalações com diâmetro superiores a 50mm; através de colocação de tela metálica galvanizada e colocação de cacos de cerâmica e blocos, utilizando sempre material idêntico aos materiais já utilizados na base.

c - Enchimento das falhas da base com mais de 50mm de profundidade, em pelo menos duas etapas; a primeira camada deve secar em período não inferior a 24hs; em seguida, ser levemente umedecida quando da aplicação da próxima camada.

d - As correções das falhas de base devem ser feitas com materiais semelhantes aos da alvenaria, utilizando-se a mesma argamassa definida para assentamento ou para emboço.

2.1.2 Limpeza da base

A base a ser revestida deve estar limpa, livre de pó, graxa, óleo, eflorescência, materiais soltos ou quaisquer produtos ou incrustações que venham a prejudicar a aderência do revestimento.

Antes do início de qualquer procedimento de lavagem, a base deve ser saturada com água limpa, para evitar a penetração em profundidade da solução de lavagem empregada.

A limpeza pode ser executada de acordo com os seguintes procedimentos:

a – Para a remoção de sujeira, pó e outros materiais soltos:

Escovar e lavar a superfície ou aplicar jato de água sob pressão, quando necessário deve ser empregada espátula, escova com cerdas de aço ou jato de areia.

b – Para remoção de óleo desmoldante, graxa e outros contaminantes gordurosos, efetuar a limpeza com soluções alcalinas ou ácidas, empregando os seguintes procedimentos:

- Escovar (utilizado escova de piaçaba, por exemplo) com solução alcalina de fosfato trissódico (30 g Na3 PO4 em 1 litro de água), ou de soda cáustica e, em seguida, enxaguar com água limpa em abundância.

- Aplicar solução de ácido muriático (5% a 10% de concentração) durante 5 minutos, escovar (com escova de piaçaba por exemplo) e enxaguar com água limpa em abundância.

- Escovar a superfície, utilizar água e detergente se necessário; e enxaguar com água em abundância.

È possível ainda empregar processos mecânicos, como escovameto a seco utilizando escovas com cerdas de aço, lixamento mecânico ou jateamento de areia, em seguida deve-se remover a poeira com ar comprimido ou lavagem com água.

Para remover eflorescências: pode se escovar a seco a superfície com escova de cerdas de aço e proceder a limpeza com ácido muriático, como descrito acima. Caso a manifestação atinja grandes áreas, pode se empregar jato de areia.

Para remover bolor e fungos: pode se escovar a superfície com escova de cerdas duras e lavar com solução de fosfato trissódico (30 g Na3 PO4 em 1 litro de água), ou com solução de hipoclorito de sódio (4% a 6% de cloro ativo), após a lavagem enxaguar com água limpa em abundância.

Após quaisquer dos procedimentos de lavagem, deve-se esperar a completa secagem da base para se prosseguir com a aplicação do revestimento.

No caso de utilização de lavagem alcalina ou ácida, todas as superfícies e materiais da edificação devem ser adequadamente protegidos de respingos e escorrimento da solução de lavagem.

2.1.3 O Uso de Chapisco no Preparo da Base

A superfície da base a ser revestida deve apresentar-se em boas condições para receber o revestimento, e o método mais comum de preparo da base é o chapisco.

Este recurso é utilizado quando a superfície a revestir for parcialmente ou totalmente não absorvente, ou apresentar pouca aderência; quando a base não apresentar rugosidade superficial, ou quando a rugosidade superficial e capacidade de absorção forem diferentes no mesmo pano a revestir, como exemplo: a junção estrutura/alvenaria.

Nota-se então, que as características da camada mais superficial da base estão relacionadas com alguns fatores importantíssimos do revestimento; fatores como: tempo de absorção de água, que tem influência direta na execução dos trabalhos, pois o tempo de absorção não pode ser muito lento e nem muito rápido; resistência inicial quando a argamassa estiver em estado fresco, e resistência final do revestimento já no estado endurecido.

O chapisco tem como função:

- Equalizar bases diferentes;
- Corrigir características indesejadas na base;
- Melhorar aspectos de adesão e aderência.



Figura 2.1.3.1: Base em blocos cerâmicos, base comumente encontrada em obras.

2.1.3.1 Argamassas de Chapisco

A argamassa mais comum utilizada para chapisco; também chamada de convencional, é produzida na obra e basicamente utiliza-se cimento:areia:água; geralmente o traço para aplicação de chapisco é 1:3 em volume.

Esta argamassa é aplicada com uma consistência fluida, assegurando maior facilidade de penetração da pasta de cimento na base a ser revestida, conseqüentemente melhorando a aderência na interface base-revestimento.

Outro tipo de argamassa também facilmente verificado em obras é o chapisco industrializado. Neste caso, a argamassa para chapisco se encontra pré-fabricada, e no momento do uso adiciona-se água na quantidade especificada.

Ainda não muito comum nas obras, mais com grande destaque pela agilidade na execução, tem-se o chapisco projetado.

Este tipo de chapisco também é pré-fabricado e suas embalagens comerciais são sacos de 20 kg.

2.1.3.2 Métodos para Aplicação do Chapisco

O método mais comum para aplicação de chapisco consiste em arremessar a argamassa contra a base com a colher de pedreiro; de modo que, a argamassa no traço especificado, adere-se a base pela força de aplicação e pela rugosidade da superfície, este método também é chamado de chapisco convencional.

Ao final dos trabalhos obtém-se um aspecto extremamente áspero ao toque e com coloração cinza.

Uma variação também muito utilizada é o chapisco rolado; neste método o chapisco é aplicado na base com rolo de textura.

O chapisco rolado traz os mesmos benefícios do chapisco convencional, porém, devido a elementos constituintes do aditivo que se utiliza neste chapisco, deve-se evitar o vai e vem do rolo para não selar os poros da base após a aplicação.

Há de se tomar cuidado com este método, pois a areia pode decantar no recipiente durante a aplicação, e caso isso aconteça, será aplicado apenas cimento e aditivo na base; nesta condição não se promove aumento de rugosidade da base.

Outra variação de chapisco industrializado é o chapisco executado com desempenadeira denteada, neste caso a argamassa também é uma mistura pronta para o uso, basta acrescentar água e aplicá-la. O acabamento deste chapisco é idêntico a base para assentamento de cerâmica.

Ainda não muito comum, mas já conhecido pela agilidade, temos o chapisco para aplicação mecânica. Este método consiste em lançar a argamassa de chapisco contra a base por meio de máquina própria que opera com ar comprimido, ou outra fonte de pressão.



Figura 2.1.3.2: Chapisco industrializado sendo aplicado com desempenadeira denteada.

2.1.3.3 Características do Chapisco

Existem algumas variações de chapisco, e a empregabilidade de cada um leva em consideração o tipo de base, ambiente, climas, e etc. A fim de se obter bom resultado final, deve-se também observar a finalidade do chapisco para cada base.

- Chapisco aberto

É um chapisco mais “ralo”, de aspecto aquoso quando da aplicação; este chapisco melhora a aderência da base, mas não cobre sua totalidade. A forma de aplicação se dá com a colher de pedreiro, e a aparência final mostra um chapisco espalhado, em alguns locais se vê o a base totalmente exposta.

- Chapisco fechado

A aplicação cobre totalmente a base, e quando comparado com o chapisco anterior, sua consistência é menos fluida durante o lançamento.

Aditivos que melhorem a aderência podem ser adicionados ao chapisco, desde que compatíveis com os aglomerantes empregados na confecção da argamassa de revestimento, e com os materiais utilizados na base.

Para o emprego de aditivos, devem ser seguidas as recomendações técnicas do produto, e sempre que necessário, podem ser solicitados alguns ensaios de laboratório credenciado pelo INMETRO. Recomenda-se ainda que o uso de aditivo deve ser acompanho por especialistas, deste modo evita-se ocorrências prejudiciais ao produto final.



Figura 2.1.3.3: Chapisco convencional aplicado sobre base de blocos cerâmicos, ambiente interno.



Figura 2.1.3.4: Uso conjugado de chapisco industrializado com chapisco convencional, em destaque pinos para fixação de tela metálica.

Em regiões de clima muito seco e quente, o chapisco deve ser protegido da ação direta do sol e do vento, e tal proteção se dá através de processos que mantenham a umidade da superfície por no mínino 12 horas após a aplicação.

O resultado final também depende da qualidade da base, tipo da base, e apropriada correção de irregularidades.

2.1.4 Elementos auxiliares – Taliscas e Mestras

O plano de revestimento será executado segundo elementos auxiliares, sendo que estes proporcionam pontos de referência qualitativa ao executor, sendo estes dispostos de tal forma que a distância entre eles seja compatível com o tamanho da régua a ser utilizada no sarrafeamento.

Inicialmente, nos pontos que de referência serão fixadas taliscas.

As taliscas são peças planas de material cerâmico, comumente cacos de cerâmicas, paredes de tijolos furados, etc; a fixação deste elemento é com argamassa idêntica a argamassa que será utilizada no revestimento.

Uma vez definido o plano de revestimento, faz-se o preenchimento das faixas entre as taliscas, empregando sempre a mesma argamassa que será utilizada no revestimento; e esta será regularizada pela passagem da régua de modo a constituir as guias principais, chamadas de mestras.

Após o enrijecimento das guias ou mestras que permita o apoio da régua na operação de sarrafeamento, aplica-se a argamassa, lançando-a sobre a superfície a ser revestida, com o auxílio da colher de pedreiro ou através de processo mecânico, até preencher a área desejada, neste momento, devem ser retiradas as taliscas e preencher com argamassa os vazios deixados por esta peça.

Estando a área totalmente preenchida e a argamassa adquirido consistência adequada, faz-se a retirada do excesso de argamassa e a regularização da superfície pela passagem da régua.

Em seguida, as depressões devem ser preenchidas mediante novos lançamentos de argamassa nos pontos necessários, repetindo a operação de sarafeamento até que se obtenha uma superfície plana e homogênea.



Figura 2.1.4.1: taliscas aplicadas em área externa da edificação.

2.2 PRODUÇÃO DE ARGAMASSA

A medição dos materiais constituintes da argamassa é geralmente passada para obra em volume, embora o cálculo oriundo do estudo de dosagem seja dado em massa.

Em muitos canteiros de obra se verifica a utilização de balança na dosagem dos materiais, contudo, o volume é a forma predominante de se dosar os materiais, e para este fim, geralmente se utiliza baldes graduados ou padiolas.

Cabe ao executor zelar para a constância do volume a ser utilizado, logo, deve-se dar preferência a recipientes padronizados e que não se deformem ao longo do uso; e para evitar variações de dosagem, quando o recipiente utilizado na medição dos materiais estiver cheio, deve-se utilizar uma régua para retirar o excesso.

Não se deve admitir que a medição dos materiais seja feita com instrumentos e recipientes impróprios, ou ferramentas que não possuam parâmetros para medição, tais como, pá, enxadas ou latas de tintas, entre outros.

No dimensionamento dos recipientes de medição dos materiais, devem ser considerados como referência volumes compatíveis com o consumo de sacos inteiros do aglomerante, ou algo equivalente, como por exemplo padiola que trabalhe sempre cheia.

Na presença de umidade, deve-se fazer a correção da quantidade do agregado, água e adições, visando obter argamassas de mesma trabalhabilidade e proporcionalidade, em outras palavras, é necessário manter a homogeneidade da argamassa.

2.2.1 Armazenamento dos Materiais

De acordo com a logística de produção da obra, deve-se prever um ponto de água próximo a central de produção de argamassa, de preferência que este ponto contenha um medidor.

Os agregados devem ser estocados em compartimentos identificados pela natureza e classificação granulométrica.

O espaço destinado a armazenamento dos agregados deve ser confinado por três lados, e o fundo deve ser inclinado, de modo que favoreça a drenagem e evite a contaminação; caso isto não seja possível, deve-se evitar utilizar a camada de agregado mais próxima ao solo, aproximadamente 15 cm.

Os espaços de armazenamento devem estar protegidos da contaminação por resíduos da obra, tais como serragem, pontas de ferro, arame, pregos, matérias orgânicas, solos de qualquer natureza, etc; além destes, as baias destinadas a estocagem de agregado não devem ser abrigo de animais e também não devem ficar próxima a locais de descartes.

2.2.2 Preparo da Mistura

As argamassas devem ser preparadas por processos mecanizados, ou em casos excepcionais, por processo manual, sendo que neste segundo caso a mistura deve ser executada até que se obtenha uma argamassa perfeitamente homogeneizada.

No processo mecanizado, o tempo de mistura não deve ser inferior a 3 minutos e nem superior a 5 minutos.

No processo de mistura manual, devem ser preparados volumes de argamassas inferiores a 0,05 m³ de cada vez, (50,00 litros).

O volume de produção da argamassa ou mistura deve ser controlado de modo que seja utilizado no prazo máximo de 2horas e 30 minutos. Para temperaturas acima de 30°C, forte insolação direta sobre o estoque de argamassa, ou umidade relativa do ar inferior a 50%, o prazo deve ser reduzido para 1 hora e 30 minutos, estes prazos estabelecidos podem ser alterados pelo emprego de aditivos retardadores de pega, seguindo as orientações dos fabricantes.

2.2.3 Produção Manual

A produção manual, ou mistura manual; deve ser feita em local pré-definido pela logística da obra, estanque e isento de agentes nocivos a argamassa.

O processo deve se iniciar pela mistura de agregado e aglomerante, estes elementos devem ser misturados até que apresentem aspecto homogêneo.

A água deve ser misturada aos poucos, desta forma se evita excesso de água e carreamento de aglomerante. Não menos importante, o tempo de utilização da argamassa deve considerar que o aglomerante começa a reagir com a água presente na umidade da areia, sendo assim, é necessário avaliar com cuidado o tempo de produção e aplicação.

A produção manual é verificada quando a argamassa é produzida em pequenos volumes; geralmente em obras de pequeno porte, ou em pequenos reparos.

A mistura manual é nociva ao produto final; isso devido ao método de produção ser artesanal, e os problemas rotineiramente verificados são:

- Argamassa não uniforme.

A homogeneidade fica comprometida, pois o operário se cansa ao longo do processo de mistura.

- Perda de aglomerante

A mistura manual é feia geralmente no solo e/ou piso, e neste local a falta e/ou ausência total de estanqueidade, favorece a fuga da água da mistura, sendo que a água escoa levando consigo aglomerante e aditivos, esse fato gera redução do desempenho da argamassa, afetando principalmente os itens aderência e resistência.

- Excesso de água

Para facilitar o trabalho de mistura, o operário tende a utilizar um volume de água muito superior ao necessário, gerando perda de resistência mecânica e favorecendo o surgimento de fissuras por retração.

Não se recomenda a mistura manual de argamassas industrializadas.

A maioria das argamassas industrializadas traz na mistura aditivos incorporadores de ar, e a deficiência da mistura manual prejudica a ação deste aditivo.

A ação deste aditivo está vinculada a quantidade de água da mistura, porém a água adicionada a mistura manual é sempre maior que o volume necessário, deste modo, a argamassa será prejudicada nos itens plasticidade e resistência.

2.2.4 Produção Mecânica

Enquanto a produção manual utiliza metodologia artesanal, como homens misturando a argamassa com enxadas sobre qualquer superfície plana, a produção mecânica faz uso de máquinas como betoneira e argamassadeira para produzir a argamassa.

Este método confere a produção maior padronização, mais agilidade e menor consumo de recurso humano.

O processo mecânico de produção da argamassa é idêntico ao processo manual, primeiramente mistura-se agregado(s) e aglomerante(s), logo depois adições, e em seguida adiciona-se água.

Seja na produção manual ou na produção mecanizada, existem alguns traços já consagrados pelas boas práticas, e estes traços de certa forma atendem bem as demandas de mercado; contudo, com as constantes evoluções dos materiais e com o tempo de execução cada vez menor, é sempre prudente consultar um especialista para se obter bons resultados, ou até mesmo para não incidir em clássicas condutas equivocadas.



Figura 2.2.4.1 Argamassadeira, máquina específica para produção de argamassa.



Figura 2.2.4.2: Betoneira utilizada para produção de argamassa; central de produção de uso conjugado para argamassa e concreto.

2.2.5 Preparo da Argamassa Industrializada

Quando industrializada, aditivos como os incorporadores de ar, fornecem a argamassa características diferentes das argamassas produzidas em obra, sendo que um fator determinante para boa performance desta argamassa é o tempo de preparo.

Se o tempo de mistura for maior que o necessário implicará em maior incorporação de ar, que tornará a argamassa mais fluida, alterando muito a trabalhabilidade do material.

Ainda decorrente de longo tempo de preparo, uma redução de aderência a tração é verificada quando mais ar é incorporado a mistura.

2.3 ARGAMASSAS

2.3.1 Definição

A NBR 7200/98 define argamassa inorgânica como: mistura homogenia de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento.

2.3.2 Constituintes e Funções

2.3.2.1 Funções

As funções dos revestimentos são:

- Proteção e durabilidade

Proteger as vedações e a estrutura contra a ação de agentes nocivos, por conseqüência evitar a degradação precoce das mesmas, colaborar com a durabilidade e reduzir os custos com manutenção.

- Isolamento

Auxiliar as vedações a cumprirem suas funções de isolamento térmico, acústico, estanqueidade e segurança ao fogo.

- Preparação

Regularizar a superfície dos elementos de vedação e servir de base para aplicação do revestimento final.

- Estética

Contribui para o aspecto visual final, e em alguns casos a aparência é determinada diretamente pelo revestimento.

Em resumo, o revestimento dá a aparência final da edificação, preserva e prolonga a vida das vedações e estruturas.

2.3.2.2 Constituintes

2.3.2.2.1 Aglomerante

O aglomerante é um material na forma pulverulenta com capacidade de unir grãos, exemplo: cal, cimento e gesso.

2.3.2.2.2 Agregado

Material inerte, areia natural ou artificial.

A areia como agregado pode ser de origens naturais quando oriunda de leitos de rio, ou artificiais e/ou industrializadas quando provenientes de britagem de rochas.

O principal ensaio que se aplica ao agregado é o granulométrico, e a granulometria influi diretamente em propriedades como retração, resistência mecânica e módulo de deformação.

Proveniente da granulometria, o coeficiente de uniformidade é utilizado para avaliar a continuidade e distribuição granulométrica, sendo que tal coeficiente influencia no consumo de aglomerante e água da argamassa.

Quanto a granulometria, a ABNT sugere um indicativo para cada camada que compõe o revestimento.

Camada do revestimento	Peneira ABNT (mm)
Chapisco	4,8
Emboço	2,4
Camada única	1,2
Reboco	1,2

Tabela 2.3.2.2.2.1: Dimensão máxima característica do agregado recomendado para cada camada que compõe o revestimento.

Dentre os principais parâmetros da areia para o uso em argamassa, destaca-se o módulo de finura, sendo que este é o resultado das frações retidas e acumuladas divididas por 100, obtidas no ensaio de granulometria utilizando a série normal de peneiras.

Classificação dos agregados em função do módulo de finura.

MF < 2,00	areia fina
2,00 < MF < 3,00	areia média
MF > 3,00	areia grossa

Tabela 2.3.2.2.2.2 – Classificação dos agregados em função do módulo de finura (MF)

2.3.2.2.3 Água

A água tem a função de ativar a reação química dos aglomerantes, sendo que o volume de água aplicado tem interferência direta na plasticidade e na resistência da argamassa.

A água para ser utilizada em argamassas deve ser isenta de compostos orgânicos em decomposição, e a correta dosagem se dá por medidores como hidrômetro ou como na maioria dos casos, recipientes graduados.

2.3.2.2.4 Aditivos

São produtos químicos que quando adicionados a argamassa alteram suas características, adequando-as a necessidade da aplicação.

Dentre os aditivos citamos os mais comuns: hidro-repelentes, plastificantes, incorporadores de ar e retentores de água.

2.3.2.2.5 Aglutinante

Componentes utilizados com restrições. Materiais encontrados na forma pulverulenta, cuja função é conferir trabalhabilidade a argamassa, exemplo: filitos, areia comum, saibro, etc.

2.3.3 Classificação das Argamassas

A NBR 7200-1998 sugere uma classificação para argamassas, senda esta classificação representada abaixo:

Tipo	Critério de avaliação
Argamassa aérea	Natureza do aglomerante
Argamassa hidráulica	
Argamassa de cal	Tipo de aglomerante
Argamassa de cimento	
Argamassa de cimento e cal	
Argamassa simples	Número de aglomerante
Argamassa mista	
Argamassa aditivada	Propriedades específicas
Argamassa colante	
Argamassa de aderência melhorada	
Argamassa hidrófuga	
Argamassa de proteção radiológica	
Argamassa redutora de permeabilidade	
Argamassa termo-isolante	
Argamassa de chapisco	Função no revestimento
Argamassa de emboço	
Argamassa de reboco	
Argamassa dosada em central	Forma de preparo ou fornecimento
Argamassa preparada em obra	
Argamassa industrializada	
Mistura semi-pronta para argamassa	

Tabela 2.3.3.1: Classificação das argamassas

2.3.4 Principais Propriedades da Argamassa no Estado Fresco

2.3.4.1 Consistência

Propriedade pela qual a argamassa tende a resistir as deformações que lhe são impostas, RILEM 1982.

Via de regra, a água sempre altera alguma característica da argamassa, contudo, o volume de água utilizado é rapidamente verificado através da consistência da argamassa, e esta pode ser:

- Seca

A pasta preenche os vazios entre os grãos os quais permanecem em contato. Nesta condição o manuseio é mais difícil, e a adesão fica comprometida.

- Plástica

Fina película de pasta atua como lubrificante na superfície dos grãos do agregado. Estado ideal para aplicação.

- Fluida

Imersão dos grãos de agregado na pasta. A argamassa escoa da colher de pedreiro quando na coleta, e se aplicada, esta também escoa em direção ao piso.

2.3.4.2 Plasticidade

É a propriedade que permite a argamassa se deformar sem apresentar ruptura sob ação de forças superiores às que promovem a sua estabilidade, mantendo a deformação depois de retirado o esforço, RILEM 1982.

Dentre as várias propriedades da argamassa, esta chama a atenção por ser alvo constante de avaliações dos operários da construção civil, isto se explica por estar a plasticidade relacionada ao manuseio e aplicação da argamassa.

Daí a preocupação, pois uma avaliação errônea pode conduzir a adição de mais água, mais cimento ou mais agregado; fato que pode comprometer o resultado final do trabalho.

Uma forma de melhorar a plasticidade da argamassa é adição de cal ou filitos, decisão que geralmente é tomada por operários que desconhecem as características dos materiais, no entanto, o resultado pode em alguns casos ser desastroso.

Para que a plasticidade seja corretamente modificada, é necessário entender as características e propriedades dos materiais, incompatibilidades, limitações, e até mesmo os conflitos/incompatibilidades entre base–revestimento, escolha de ferramentas e controle eficiente da produção da argamassa, principalmente no que tange a adição de água.

Uma vez que a plasticidade é uma propriedade sempre desejada, ressalta-se que estudar a fundo o assunto é o melhor caminho para se obter bons resultados.

2.3.4.3 Trabalhabilidade

É a facilidade do operário em trabalhar com a argamassa, que pode ser entendida como um conjunto de fatores que inter-relacionados conferem boa qualidade e produtividade na sua aplicação.

No ambiente de trabalho, a consistência e a plasticidade são os maiores indicadores da condição de trabalhabilidade, sendo que a retenção de água exerce grande influência nesta propriedade.

Uma argamassa apresenta boa trabalhabilidade quando:

- Se deixa penetrar facilmente pela colher de pedreiro, sem ser fluida;
- Distribui-se facilmente ao ser aplicada;
- Não adere a ferramenta quando está sendo aplicada, e se mantém coesa sem grudar na colher;
- Não segrega ao ser transportada;
- Não endurece quando em contato com bases absortivas;
- Permanece plástica por tempo suficiente para que seja completada a operação;

2.3.4.4 Retenção de água

É a capacidade da argamassa fresca em manter sua consistência e trabalhabilidade quando sujeita a solicitações que provoquem perda de água, tais como evaporação, sucção e absorção pela base.

A retenção de água além de manter a argamassa em condições de trabalho pelo tempo necessário, melhora a resistência mecânica da argamassa após endurecida.

2.3.4.5 Coesão

A coesão dos elementos constituintes da argamassa é caracterizada por forças físicas de atração, estas forças existem entre as partículas sólidas da argamassa e as ligações químicas do aglomerante.

2.3.4.6 Massa

Massa específica absoluta: é a relação entre a massa de material sólido e seu volume (desconsiderando-se o volume de vazios)

Massa específica aparente: é a relação entre a massa de material sólido e seu volume, porém considerando-se o volume de vazios.

Massa unitária: massa de material que ocupa um recipiente com capacidade unitária.

Vazios: teor de ar incorporado na argamassa.

2.3.4.7 Fluidez

É a capacidade da argamassa em ser moldada, seja pela superfície, de modo que envolva toda sua rugosidade; seja pelas ferramentas de aplicação, de modo que tome a forma desejada pelo aplicador.



Figura 2.3.4.7.1: Argamassa projetada com excesso de fluidez, nitidamente escoando e dificultando a aplicação.

2.3.4.8 Homogeneidade

Surge logo após a mistura, é a capacidade da argamassa de manter o mesmo aspecto ao longo da aplicação e cura, aspectos como coloração, coesão, ausência de aglomeração dos agregados ou aglomerantes.

A homogeneidade é facilmente obtida se as etapas de mistura forem corretamente seguidas, e uma boa mistura garante a homogeneidade mesmo depois da aplicação.

2,3.5 Principais Propriedades da Argamassa no Estado Endurecido

2.3.5.1 Resistência Mecânica

Capacidade de resistir a ações mecânicas de diversas naturezas, como: abrasão, impacto, dilatações e contrações, tração, tensões de cisalhamento e de compressão.

A resistência mecânica é influenciada basicamente por:

- Natureza dos aglomerantes;
- Natureza dos agregados;
- Proporção aglomerante/agregado;
- Relação água/cimento;
- Técnica de revestimento;

2.3.5.2 Capacidade de absorver deformações (elasticidade)

A capacidade de absorver deformações é verificada quando o revestimento absorve deformações de pequenas amplitudes; em algumas situações surgem no revestimento fissuras imperceptíveis, que retornam a sua posição inicial quando cessam as solicitações que lhe são impostas.

2.3.5.3 Impermeabilidade

Proteção que o revestimento oferece a base contra ação das águas, propriedade essencialmente ligada a estanqueidade da edificação.

2.3.5.4 Adesão e Aderência

Propriedades importantes tanto no estado fresco como no estado endurecido, a aderência e a adesão possuem características parecidas, sendo estas caracterizadas por absorver tensões normais e tangenciais a superfície.

A adesão é uma propriedade da argamassa no estado fresco, e a aderência é uma propriedade da argamassa no estado endurecido; ambas serão abordadas de forma mais profunda neste trabalho no item Mecanismos da Argamassa.

2.3.5.5 Durabilidade

Capacidade de desempenhar suas funções ao longo do tempo, o estudo desta propriedade engloba projeto, execução, aplicação e manutenção.

Muitos fatores afetam negativamente a durabilidade do revestimento, dentre estes se destacam: movimentação de origem térmica, higroscópica ou imposta por forças externas promovendo a fissuração, desagregação (umidade) e deslocamento dos revestimentos.

Como exemplo de perda na durabilidade, na etapa executiva a espessura do revestimento fica acima da recomendada pela norma, tal fato intensifica a movimentação higroscópica nas primeiras idades, ocasionando fissuras de retração e comprometendo a capacidade de aderência, que ao longo da vida útil do revestimento poderá culminar em desplacamento.

Outro exemplo são os revestimentos executados em camadas múltiplas com sarrafeamento e desempeno não realizados no momento adequado.

A fim de verificar todas as propriedades descritas neste tópico, alguns estudos podem ser contratados, e quando previamente acordado entre contratante e contratado, deve ser apresentado dados de controle de qualidade dos materiais, dados das argamassas empregadas e de ensaios eventualmente aplicados no revestimento.

2.3.6 Características das Argamassas

2.3.6.1 Argamassa de Cal

- Compostas de cal e areia
- Desenvolve lentamente a resistência a compressão
- Os valores finais de resistência a compressão são pequenos.
- São indicadas para empregos que exijam elevado grau de:
    - Trabalhabilidade
    - Plasticidade
    - Elasticidade

2.3.6.2 Argamassa de Cimento

Adquirem resistências iniciais e finais bastante elevadas quando comparadas com outras argamassas.

- Misturas pobres não possuem trabalhabilidade adequada.
- Misturas ricas causam problemas de retração indesejáveis.
- São indicadas para emprego que exijam:
    - Aderência
    - Impermeabilidade
    - Resistência e ou durabilidade
    - Adesividade (ex: assentamento de azulejo)

Outras características são obtidas com uso de aditivos específicos.

2.3.6.3 Argamassas Compostas de Cal e Cimento

Possuem propriedades desejáveis das argamassas compostas com cada material.

Apresentam bom desempenho no que diz respeito a:

- Resistência, durabilidade e aderência da argamassa endurecida;
- Trabalhabilidade adequada;
- Custo reduzido.

2.3.7 Argamassas Industrializadas

A argamassa industrializada é uma argamassa que chega ao canteiro de obras pré-misturada, ou seja, todos seus elementos já se encontram homogeneizados, e para efetivo uso basta acrescentar água.

Este tipo de argamassa traz consigo todos os benefícios de um processo industrial de fabricação, pois esta passa por rigorosos controles de qualidade, os quais garantem ao produto constância na granulometria, dosagem correta, homogeneidade na mistura, entre outros.

As argamassas industrializadas podem ser aplicadas pelo método convencional, ou podem ser mecanicamente projetdas; é comum ao leigo concluir que toda argamassa industrializada é própria para lançamento mecânico, contudo, haja visto que se as metodologias de lançamento são

diferentes, os produtos para aplicação mecânica devem obrigatoriamente possuir características diferentes.

As argamassas para lançamento convencional são coesas e de plasticidade que lhe permita ser manipulada pela colher de pedreiro, ao passo que as argamassas para lançamento mecânico devem ser de consistência fluida, de tal sorte que essa fluidez lhe permita escoar por um delgado duto.

O cuidado com a água da mistura deve ser constante quando se utilizar uma argamassa industrializada; pois se o lançamento for mecânico a falta de água na argamassa dificultará o lançamento, podendo até mesmo entupir a máquina, além de requerer maior pressão para lançamento; já o excesso de água aumenta a fluidez gerando perda na adesão.

Consistência muito fluída também gera entupimento, pois a argamassa muito fluida tende a se separar do aglomerante, fenômeno da segregação. Isso ocorre quando a pressão de bombeamento é maior que a pressão de segregação, então os agregados já separados se aderem e se acumulam nas paredes do mangote.

Utiliza-se menor quantidade de água em argamassas que apresentam maior massa unitária e menor volume de vazios

2.3.7.1 Vantagens da Argamassa Industrializada

- Menor controle de recebimento e produção

- Não necessita de central de produção, podendo ser misturada no pavimento onde será aplicada.
- Menor espaço para armazenamento do material
- Homogeneidade, material pouco sujeito a variações.
- Menor consumo de mão de obra

2.4 MECANISMOS DA ARGAMASSA

2.4.1 Adesão e Aderência

2.4.1.1 Adesão

A adesão se divide em duas, adesão e adesão inicial, sendo estas diferenciadas abaixo:

A adesão inicial ocorre logo após o lançamento da argamassa sobre a superfície, sendo esta responsável por unir a argamassa recém lançada sobre a superfície.

A adesão é caracterizada quando a argamassa perde água para a base, adquirindo resistência para que esta ainda em estado fresco seja manuseada.

Assim que a argamassa entra em contato com a base uma força começa a atuar, esta força é a adesão; contudo, esta força não garante a estabilidade da ligação a alongo prazo.

2.4.1.2 Aderência

A aderência é a etapa final da união entre argamassa e base, sendo caracterizada pela hidratação do aglomerante.

Este fenômeno tem origem no engastamento mecânico dos cristais de etringita na base.

A etringita é obtida com a hidratação de cimento, observa-se que esta forma cristais, os quais criam fortes ligações com os poros da base.

Após a aplicação a base é a maior responsável pela perda de água da argamassa, e características superficiais da base como: diâmetro dos poros, quantidade de poros, distribuição dos poros e rugosidade; influem diretamente na absorção de água da argamassa; sendo assim, é indispensável que a base tenha capacidade de absorver água para que se criem milhares de pontos de ancoragem.

Bases com baixa absorção de água culminam em baixa aderência, sendo que a absorção é facilmente melhorada com aumento a rugosidade da base.

Por meio da aderência o revestimento adquire a capacidade de absorver tensões normais e tangenciais atuantes na interface substrato/revestimento sem se degradar.

Este fenômeno esta diretamente associado a outros fatores como, composição e propriedades da argamassa no estado fresco, técnica de aplicação, respeito ao tempo de sarrafeamento e desempeno, preparo da base e condições climáticas.

Uma forma, geralmente equivocada, de se melhorar a aderência é aumentar o consumo de cimento da argamassa.

Aumentando o volume de cimento a aderência é notoriamente aumentada, todavia, aumentando este aglomerante aumenta-se a rigidez ou

módulo de elasticidade da argamassa, e em contra-partida, o revestimento passa a ter menor capacidade de se deformar sem se romper.

Nota-se então, que esta solução gera aumento de fissuração por retração, e em alguns casos pode acarretar em desplacamento de parte do revestimento; portanto, uma solução que implica em maior custo ao empreendimento e sem garantias de sucesso.

Como citado anteriormente, a porosidade também deve ser alvo de análise minuciosa, pois ela é determinante para a aderência.

Em blocos com poros maiores, como exemplo blocos de concretos, a absorção de água é muito rápida.

Blocos com estrutura porosa menores; devido a capilaridade, absorvem maiores quantidades de água, porém em tempo maior; como por exemplo blocos cerâmicos.

Quando a base apresenta alta capacidade de absorção, esta aliada a evaporação da face livre do revestimento nos instantes iniciais, pode propiciar o surgimento de microfissuras devido a retração plástica, que por sua vez diminui a aderência.

Blocos que absorvem menor volume de água, geram uma fina camada de água na interface base/revestimento, que gera após algum tempo, vazios nesta região que também prejudicam muito a aderência.

Estes problemas são facilmente sanados através da regularização e preparo da base, como a aplicação de chapisco por exemplo; e além do

chapisco, sugere-se o pré-umidecimento de base com elevada taxa de absorção, sempre com o cuidado de não se exagerar na quantidade de água.

O pré-umidecimento deve ser executado com broxa, pois o excesso de água reduz a capacidade de absorção da base prejudicando a ancoragem mecânica.

Em alguns casos, é necessário consultar um especialista para avaliar e determinar o melhor tipo de alvenaria a ser utilizado, bem como o melhor tipo de preparo de base e respectivo revestimento.

Em revestimentos internos, não sujeito a intempéries e que não exijam elevada resistência mecânica, pode ser utilizado bloco cerâmico sem pré-umidecimento da base, e para revestimentos externos o chapisco é obrigatório.

Além do mecanismo de intertravamento mecânico já descrito acima, onde a água carreando aglomerantes é a principal força atuante no sistema, tem-se outros mecanismos químicos relacionados a aderência, os quais vale a pena serem entendidos; são eles:

- Difusão de moléculas

A difusão de moléculas controla o transporte entre sólidos e líquidos e representa um movimento de átomos, íons e moléculas como resultado da diferença de concentração existente.

Em uma interface podem existir muitos tipos de processos difusivos; a resistência de aderência também será dependente da natureza das ligações interatômicas resultantes deste processo físico-químico (Hull e Clyne, 1996)

- Transferência de elétrons no contato interfacial

A transferência de elétrons no contato interfacial forma uma camada dupla de elétrons na interface, podendo contribuir significativamente para o desenvolvimento de aderência. As ligações eletrostáticas (iônicas) são as mais fortes que se constata nesta condição.

- Adsorção de partículas

Após o contato das moléculas da base com as moléculas da argamassa, estas moléculas podem se interligar (aderir) por fenômenos intermoleculares.

Os princípios que regem a aderência são, fundamentalmente, os mesmos para quaisquer que sejam os materiais utilizados.

Em todos os casos o material adesivo é aplicado, primeiramente, em estado plástico em todo material sólido (base), após a aplicação o material adesivo modifica seu estado quimicamente e fisicamente.

2.4.2 Avaliação da Aderência

A avaliação da aderência consiste em executar ensaios destrutivos de tração e cisalhamento.

O ensaio mais utilizado consiste em aplicar uma força perpendicular a base do revestimento, sendo que a força aplicada é medida por meio de um dinamômetro.

Este ensaio é um arrancamento mecânico da argamassa, pelo qual a resistência de aderência é a máxima tensão suportada pelo revestimento.

A análise dos dados obtidos pelo ensaio também deve ser muito cuidadosa, pois existem variações de resultados quando se ensaia um revestimento sobre o bloco de alvenaria e sobre a junta de assentamento.

De acordo com as normas brasileiras, não são especificados critérios de resistência de aderência a tração de rebocos, pois seu desempenho pode não estar, necessariamente, associado a esta característica; também é prudente consultar um especialista antes de se contratar o ensaio de arrancamento, pois nem sempre um revestimento de alta resistência mecânica é o mais indicado para o ambiente, outras variáveis também devem ser consideradas, como exemplo relevante cita-se fatores de exposição que podem reduzir a vida útil do revestimento.

A aderência também pode ser verificada por ensaios a percussão, realizados através de impactos leves, não contundentes, com martelo de madeira ou outro instrumento rijo. A avaliação deve ser feita em 1,00m², sendo a cada 50,00m² para tetos e a cada 100,00m² para paredes.

Os revestimentos que apresentarem som cavo nesta inspeção, por amostragem, devem ser integralmente percutidos para se estimar a área total com falha de aderência a ser reparada.

Se necessário, devem ser solicitados a laboratórios especializados, a realização de pelo menos seis ensaios de resistência a tração, conforme a NBR 13528, em pontos escolhidos aleatoriamente, a cada 100,00m² ou menos da área suspeita.

O revestimento desta área deve ser aceito se de cada grupo de seis ensaios realizados (com idade igual ou superior a 28 dias) pelo menos quatro valores forem iguais ou superiores aos indicados na tabela 2.

Local		Acabamento	Ra (Mpa)
parede	Interna	Pintura ou base para reboco	≥ 0,20
		Cerâmica ou laminado	≥ 0,30
	Externa	Pintura ou base para reboco	≥ 0,30
		Cerâmica	≥ 0,30
Teto			≥ 0,20

Tabela 2.4.2.1: Limites de resistência de aderência à tração (Ra) para emboço e camada única.

2.4.3 Aglomerantes

2.4.3.1 Cimento e Cal

Aglomerantes hidráulicos porque a reação necessita de água, o Cimento Portland é o aglomerante hidráulico mais comum no Brasil.

A aderência está diretamente relacionada com a pega do cimento, e esta se dá após a mistura do aglomerante com a água; sendo verificada pelo enrijecimento progressivo partindo do estado pastoso até atingir o estado sólido.

Segundo o Eng Elton Bauer, o ensaio de pega é pouco representativo para argamassa, mas entender tal mecanismo e identificá-lo é fundamental para a execução dos trabalhos de revestimento, seja no preparo, transporte e na aplicação, e especial atenção deve ser dada ao reaproveitamento de argamassa.

O Cimento é também o principal responsável pelo desenvolvimento das propriedades mecânicas das argamassas de revestimento, sendo que um aumento na quantidade de cimento aumenta as propriedades mecânicas da argamassa.

A cal é uma aglomerante cujo principio de ação é regido pela carbonatação, processo pelo qual a cal ganha rigidez, onde a cal se torna carbonato de cálcio pela fixação do gás carbônico presente na atmosfera.

2.4.3.2 Tipos de Cales Comumente Encontrada em Obras:

Cal virgem

A cal virgem precisa ser hidratada na obra antes de ser utilizada, processo denominado extinção.

Quando a cal virgem entra em contato com a água ocorre a hidratação da cal, sendo que esta reação é exotérmica e deve durar no mínimo 24 horas.

Durante a hidratação a mistura fica liquida, enquanto a mistura está esfriando ela se torna uma pasta e quando seca vira um pó.

Cal hidratada

A cal hidratada é uma cal pronta para o uso, ou seja, não necessita de nenhum preparo no canteiro de obras.

Aliar a cal e o cimento é muito vantajoso pois se tira proveito da plasticidade e retenção de água da cal e do endurecimento inicial e resistência mecânica final do cimento.

A NBR 13530, 1995 apresenta uma classificação das argamassas de revestimento em função do aglomerante, como abaixo:

Natureza do aglomerante	Aglomerante aéreo
	Aglomerante hidráulico
Tipo de aglomerante	Argamassa de cal
	Argamassa de cimento
	Argamassa de cimento e cal
Número de aglomerante	Argamassa simples
	Argamassa mista

Tabela 2.4.3.2.1: Classificação das argamassas de revestimento em função do aglomerante.

2.4.4 Adição de Água

A adição de água a argamassa ocorre em algumas etapas do processo de revestimento, inicialmente no momento da produção, e ao longo do processo também se faz necessário adicionar água, porém, alguns cuidados devem ser tomados.

A adição de água à argamassa de revestimento no momento da aplicação, por exemplo, reduz a resistência mecânica e contribui para o surgimento de fissuras devido a retração.

Esta água é geralmente adicionada pelos pedreiros, que adicionam água a argamassa para que esta se torne mais fluida, mais plástica e conseqüentemente mais trabalhável.

Possíveis causas da adição de água:

- Baixa trabalhabilidade da argamassa

A baixa trabalhabilidade da argamassa gera algumas queixas por parte do oficial, como por exemplo; argamassa áspera ao toque; e argamassa de característica "seca", que não se adere a base ao ser lançada.

Quando isso ocorre, o oficial empiricamente adiciona água a mistura a fim de torná-la mais trabalhável.

Este problema é geralmente causado por dosagem incorreta dos materiais; fato que induz o oficial a acrescentar a chamada “água de ajuste”; dos fatores a serem mencionados neste tópico, este é o menos danoso, pois a quantidade de água adicionada é pequena.

- Produção de grandes volumes

Nesse caso, uma fração da argamassa ficará em aguardo por tempo superior a uma hora, e durante esse tempo ocorre a hidratação do cimento que consome parte da água necessária a trabalhabilidade; outra fração de água se perde por evaporação, fenômeno observado com maior intensidade em regiões de clima quente.

- Reaproveitamento de argamassa

Após o sarrafeamento é comum que se junte as sobras deste processo para reaplicação, ou seja, a reutilização desta sobra de argamassa em outro pano de revestimento.

Este procedimento é extremamente comprometedor, pois a argamassa pode trazer consigo os problemas relatados nos itens acima com alguns agravantes, por exemplo: notória perda de água por evaporação, hidratação do cimento em estágios avançados e conter impurezas presentes no piso.

2.4.5 Logística do Revestimento

- Sempre que possível, a central de produção deve estar bem próxima do ponto de utilização; bem como estoque de materiais e ponto de água;

- A produção de argamassa deve ser previamente planejada, de modo a atender a demanda diária sem longo tempo de espera para ser aplicada;
- Treinar e conscientizar a mão-de-obra de que as sobras de sarrafeamento são um problema para o gerenciamento da obra, o intuito de tal conscientização é fazer com que o oficial use camadas finas, gerando menor volume de sobras de sarrafeamento;

- A reutilização de argamassa, ou uso das sobras deve ser avaliada por um engenheiro especialista na área;

2.4.6 Aceitação ou Rejeição

A inspeção e o recebimento do revestimento se dá com base na NBR13749 e nas especificações de projeto, devendo ser relatado as irregularidades ou eventuais fenômenos patológicos observados.

Caso haja alguma intervenção, todo revestimento re-executado deve novamente passar por inspeção de recebimento, e será aceito se estiver em conformidade com a NBR 13749.

2.5 ADITIVOS

Aditivos são produtos químicos que se insere na argamassa no momento da produção, estes tem a finalidade de moficar uma ou mais propriedades da argamassa tornando-a mais apropriada ao uso.

A inserção de aditivo na argamassa melhorara suas propriedades no estado fresco e gera benefícios para o produto final; como: resistência física, resistência química e maior durabilidade do revestimento.

2.5.1 Aditivos Incorporadores de Ar

Os Aditivos incorporadores de ar são materiais orgânios, usualmente apresentados na forma de solução em pó, que quando adicionados as argamassas ou as pastas de cimento, produzem uma quantidade controlada de bolhas microscópicas de ar, uniformemente dispersas.

O aditivo incorporador de ar é adicionado as argamassas com o intuito de melhorar a trabalhabilidade, principalmente em argamassas isentas de cal.

O Ar adicionado altera a suspensão cimentícia no estado fresco, e posteriormente no estado endurecido. Algumas propriedades alteradas são:

- Módulo de deformação – normalmente é reduzido, o que aumenta a capacidade de deformação do revestimento;

- Retração – Normalmente é reduzida;
- Exudação – é diminuída;
- Massa específica – é reduzida

Os agentes incorporadores de ar pertencem a classe química dos tensoativos, que são materiais fortemente adsorvidos nas interfaces ar/líquido ou sólido/líquido. Esta substância possui uma dupla natureza. Devido a sua molécula apresentar uma porção polar (que tem afinidade por água) e outra apolar (que não tem afinidade por água).

Frequentemente se descreve a região polar como "cabeça" da molécula do tensoativo, e a apolar como a "cauda". A calda geralmente é formada por uma cadeia de hidrocarbonetos, relativamente longa, com dimensão variando aproximandamente entre 8 e 10 carbonos, necessário para que o tensoativo tenha uma influência significativa na tensão superficial.

Os aditivos incorporadores de ar são tensoativos aniônicos, os quais, quando adicionados às pastas de cimento, tendem a adsorver na suerfície das partículas sólidas de cimento, através de sua parte polar (cabeça), sendo sua parte apolar (calda) voltada para água. Assim, os grãos de cimento adsorvidos de moléculas de tensoativos passam a ter um comportamento superficial hidrofóbico, ou seja, repelente a água.

A formação das bolhas de ar é causada pelos tensoativos que não foram adsorvidos (que sobraram) e estão livres na fase aquosa. Embora a quantidade destes possa não ser necessáriaente alta, sob agitação, serão

formadas bolhas estáveis de ar, com o formato de esferas microscópicas, oriundas da aglutinação das partes apolares caldas dos tensoativos.

Conceitualmente, tensoativos livres na fase aquosa são os que, efetivamente, produzem as bolas de ar, entretanto, alguns tensoativos adsorvidos ao cimento podem contribuir para esta produção. Caso isso aconteça, ocorrerá uma ligação entre as partículas de cimento chamada de "efeito ponte". Com esse efeito aumenta-se a estruturação do sistema, atribuindo-se a ele a maior viscosidade e plasticidade, características apresentadas pelas pastas de cimento que possuem ar incorporado, isso quando comparadas com as pastas com menor volume de ar ou sem ar incorporado.

2.5.2 Retentores de Água

Os aditivos retentores de água conferem as argamassas capacidade de serem trabalháveis por longo período de tempo, tal característica é desejável quando forças externas geram perdas de água da argamassa, seja por evaporação, sucção do substrato ou hidratação dos constituintes.

Rotineiramente, a utilização da cal e saibros constituem uma alternativa na retenção de água, outro modo são os aditivos retentores de água.

Os aditivos retentores são em sua maioria a base de éteres de celulose, polímeros semi-sintétiocos que se apresentam em pó e são solúveis

em água, estes componentes agem alterando a viscosidade da água, e como consequencia dificultam seu fluxo no interior pasta, como o aditivo retentor de água age basicamente alterando a viscosidade da água, são também chamados de agentes espessantes ou modificadores de viscosidade.

Outro fator relevante, os agentes retentores de água geram incorporação de ar, e como conseqüência a trabalhabilidade da argamassa é notoriamente melhorada.

É sempre prudente consultar um especialista para auxiliar na escolha de aditivos, pois estes afetam considerávelmente as características das argamassas, e em alguns casos o efeito do aditivo pode alterar alguma propriedade que deveria permanecer estável.

2.6 FENOMENOS PATOLÓGICOS

2.6.1 Fissuras

Nas argamassas fracas, as ligações internas são menos resistentes e as tensões podem ser dissipadas na forma de micro fissuras que surgem nas interfaces mirocópicas entre os grãos do agregado e a pasta aglomerante.

Nas argamassas fortes, com maior limites de resistência, as tensões vão se acumulando e a ruptura ocorre na forma de fissuras macrocópicas.

A fissuração deve ser sempre evitada, uma vez que a aderência pode ficar comprometida no entorno da região fissurada.

2.6.1.1 Fissuras Mapeadas

- **Causas**

Podem formar-se por retração da argamassa, por excesso de finos no traço, quer sejam de aglomerantes, quer sejam de finos no agregado, ou por execesso de desempeno.

Em geral apresentam-se em forma de mapa.

- **Reparo**

- Substituição do revestimento
- Substituição da pintura

2.6.1.2 Fissuras Geométricas

- **Causas**

Quando acompanham o contorno do componente da base; podem ser causadas devido a retração da argamassa de assentamento. Fissuras na vertical podem ser devidas a retração higrotérmica do componente, interface da base constituída de materiais diferentes, locais onde deveriam ter sido previstas juntas de dilatação.

- **Reparo**

- A solução a adotar será em função da movimentação observada.
- Substituição do revestimento

Para ambos os casos, faz-se necessário observar a fora com que as fissuras se apresentam e a sua profundidade no revestimento, se superficial ou se a fissura se estende até a base do revestimento.

Se superficial, pode ser preenchida com material de acabamento ou revestimento, massa corrida, cola, argamassa colante, ou com a própra argamassa.

Quando as fissuras são originárias da movimentação da base, devem ser estudadas soluções específicas compatíveis com a amplitude da movientação



Figura 2.6.1.2.1: Fissura no vértice da caixa de elétrica.



Figura 2.6.1.2.2: Fissuras por retração.

2.6.2 Vesículas

- **Causas**

As vesículas são caracterizadas pelo empolamento da pintura.

Quando causada por hidratação retardada do óxido de cálcio hidratado, presente na cal hidratada, o interior da vesícula é branco.

Quando causada pela presença de concreções ferruginosas na areia, o interior da vesícula é vermelho

Se proveniente de matéria orgânica ou pirita na areia, o interior da vesícula é predominantemente preto.

- **Reparos**

Eliminação da infiltração

Extração e reconstituição da camada de reboco

2.6.3 Pulverolência

- **Causas**

A pulverolência pode ser causada por:

- Excesso de finos no agragado;
- Traço pobre em aglomerante;

- Carbonatação insuficiente da cal, em argamassas de cal, dificultada por clima seco e temperatura elevada ou por ação do vento.

- **Reparos**

  Reconstituição do reboco.

2.6.4 Empolas Pequenas

- **Causas**

Oxidação da pirita presente como impureza no agragado, resultando em formação de gipsita acompanhada de expanção, o agregado apresenta pontos pretos.

- Reparos

Renovação do reboco.

2.6. 5 Expansão e Descolamento do Revestimento

- **Causas**

Preenchimento de fissuras com gesso, por ter endurecido rápido, a gipsita formada na hidratação do gesso reage com o cimento da argamassa, formando a etringita, acompanhada de expansão.

- Reparos

  Recunstituição da área degradada

2.6.6 Eflorescência

- **Causas**

Base sob influência de umidade, sendo que esta umidade pode em alguns casos hidratar cal não hidratada; presença de sais solúveis nos elementos de alvenaria, na água de amassamento ou infiltrado junto com a água.

Uma caractrística geralmente observada é a presença de pó branco ou manchas com as bordas brancas sobre a superfície, outra caraterística é a mancha de umidade.

- **Reparos**

  Eliminação da infiltração, e respectiva secagem do revestimento

  Reconstituição do revestimento



Figura 2.6.1.2.1: Área afetada por eflorescência

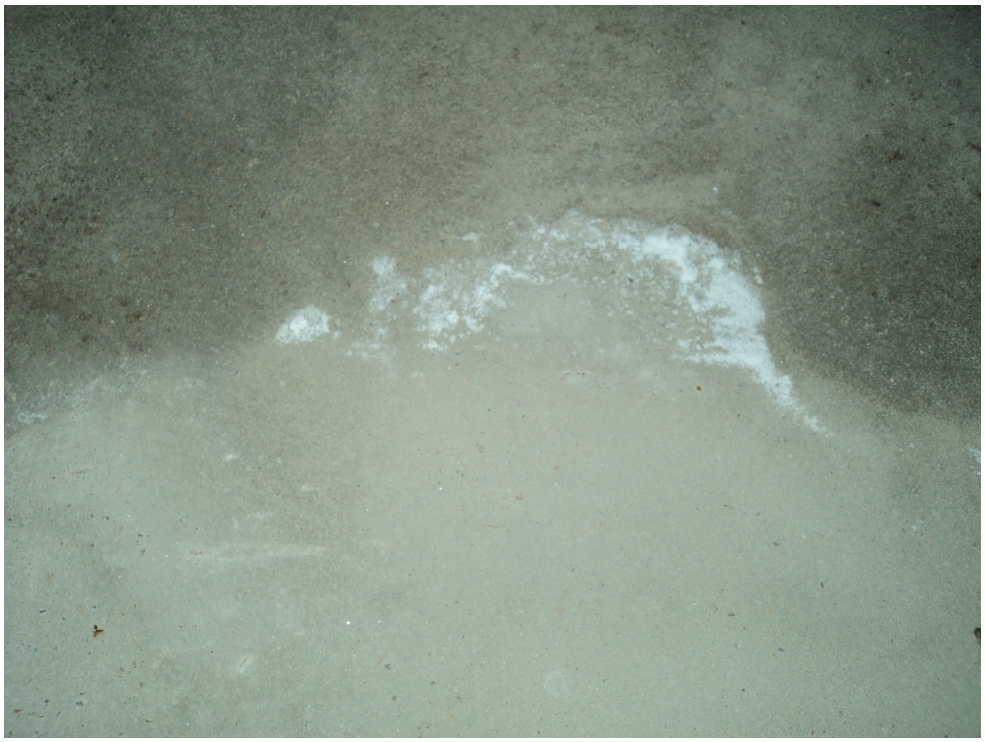


Figura 2.6.6.1: Detalhe da exudação da cal - eflorescência

2.6.7 Bolor

- **CAUSAS**

Os bolores são colônias de fungos que se proliferam na presença de umidade, logo, são comumente verificados em banheiros logo acima do chuveiro, locais que não recebem raios solares, cantos e arestas que acumulam água.

As manchas causadas pelo bolor podem ter tom verde, ou cinza escuro.

- **Reparos**

Lavagem com solução de hipoclorito

Eliminação da fonte de umidade

Reconstituição do revestimento, quando em estágio de segregação, ou sempre que se julgar necessário.



Figura 2.6.7.1: Bolor

2.6.8 Descolamento com Empolamento

- **CAUSAS**

Sob interferência desta patologia, o reboco apresenta som cavo quando percutido, e a superfície do reboco apresenta bolhas de diâmetro variado. Fenomênos gerlamente origianados na hidratação retardada da cal, e infiltração.

- Reparos

  Reconstituição do revestimento

  Eliminação de pontos ou áreas de infiltração

2.6.9 Descolamento em Placas

Para esta patologia temos duas situações, são elas:

- **Causas I**

As placas descoladas apresentam-se endurecidas e quebram-se com dificuldade, e quando percurtidas, apresentam som cavo.

Isso acontece quando a superfície em contato com a camada inferior apresenta placas freqüentes de mica.

Outro fator é a argamassa rica em cimento, ou argamassa aplicada em camada muito espessa.

Bases muito lisas e bases contendo substâncias hidrófugas também são causas desta patologia.

- **Reparos**

Delimitação e remoção da área de revestimento degradada;
Remoção de substâncias hidrófugase tratamento da base;
Reconstituição do revestimento

- **Causas II**

As placas apresentam endurecidas mas quebradiças, desagregando-se com facilidade e apresentam som cavo quando percutidas.

Esta condição é gerada por argamassa pobre em cimento, ausência de chapisco e aplicação prematura de tinta impermeável.

- **Reparos**

Renovação do revestimento

2.6.10 Descolamento com Pulverolência

- **Causas**

O revestimento se desagrega com facilidade, em alguns casos a pintura descola-se em filmes, trazendo consigo elementos de revestimento.

Esta patologia é causada por excesso de finos no agregado, traço pobre em aglomerante, por traço execessivamente rico em cal, não carbonatação da cal e reboco aplicado em camada muito espessa.

- **Reparos**

Renovação da camada de reboco

3 DESENVOLVIMENTO - EXECUÇÃO E TIPOS DE ACABAMENTO

3.1 Características dos Revestimentos de Argamassa

3.1.1 Caracerísticas Gerais

De acordo com a NBR 7200/1998, os revestimentos devem satisfazer as seguintes condições:

- Ter resistência mecânica decrescente ou uniforme, a partir da primeira camada em contato com base, sem comprometer a sua durabilidade ou acabamento final;
- Ter propriedade hidrofugante, em caso de revestimento externo de argamassa aparente, sem pintura e base porosa. No caso de não empregar argamassa hidrofugante, deve ser empregada pintura específica para este fim;
- Ter propriedade impermeabilizante, em caso de revestimento externo com superfície em contato com o solo;
- Resistir a variações normais de temperatura e umidade do meio, quando externos;
- Os materiais e as respectivas proporções de dosagem devem ser compatíveis com o acabamento e as condições de exposição previstas;
- Ter resistência mecânica compatível com o acabamento decorativo selecionado;

- Quando coloridas, os pigmentos utilizados devem resistir a ação da radiação ultravioleta e a alcalinidade das argamassas.

3.1.2 Aspecto

O revestimento de argamassa deve apresentar textura uniforme, sem imperfeições tais como: cavidades, fissuras e eflorescências; deve ser prevista a aceitação ou rejeição da etapa, de acordo com níveis de tolerâncias pré-estabelecidos.

3.1.3 Espessura

Os revestimentos internos e externos têm sua espessura indicada na tabela abaixo.

Quando houver necessidade de se empregar revestimento com espessura superior, devem ser tomados cuidados especiais para garantir a aderência do revestimento. Espessuras superiores as indicadas na tabela abaixo devem ser executadas como apresentado no item 2.5 deste trabalho, Encasque/Cheia.

Revestimento	Espessura (e) mm
Parede interna	$5 \leq e \leq 20$
Parede externa	$20 \leq e \leq 30$
Teto (interno e externo)	$e \leq 20$

Tabela 3.1.3.1: Espessuras admissíveis de revestimento internos e externos.

Alguns problemas nascem da equivocada decisão de executar o revestimento com espessura superior as especificadas na tabela anterior.

Seja por aplicação manual ou mecânica, o problema inicial será a falta de adesão para dar continuidade aos trabalhos, como mostrado nas figuras abaixo.



Figura 5.1: Espessura excessiva de revestimento, acarretando o escoamento de parta da argamassa em estado fresco, nesta situação a argamassa foi mecanicamente lançada.



Figura 5.2: Área atingida pelo escoamento da argamassa

3.1.4 Prumo

O desvio de prumo de revestimento de argamassa sobre paredes internas, ao final de sua execução, não deve exceder h/900, sendo h a altura da parede em metros.

3.1.5 Nivelamento

O desvio de nível de revestimento de teto em argamassa, ao final de sua execução não deve exceder a l/900, sendo l o comprimento do maior vão do teto em metros.

3.1.6 Planeza

Na verificação da planeza do revestimento interno em argamassa, após a eliminação dos grãos soltos de areia na superfície, deve-se considerar as irregularidades graduais e irregularidades abruptas da superfície.

As ondulações não devem superar 3,00 mm em relação a uma régua de 2,00m de comprimento. As irregularidades abruptas não devem superar 2,00 mm em relação a uma régua de 20,00cm de comprimento.

3.2 Idades Mínimas

- 28 dias para estrutura de concreto armado e alvenarias armadas estruturais
- 14 dias para alvenarias não armadas, alvenarias estruturais e alvenarias sem função estrutural de tijolos, blocos de concreto e concreto celular; admitindo que os blocos de concreto tenham sido curados por pelo menos 28 dias antes de sua utilização.
- 3 dias do chapisco para aplicação do emboço ou camada única

- 21 dias de idade para o emboço de argamassa de cal, para o início dos serviços de reboco
- 7 dias de idade do emboço de argamassa mistas ou hidráulicas para o início dos serviços de reboco
- 21 dias de idade do revestimento de reboco ou camada única, para execução de acabamento decorativo.

Quando a argamassa de emboço for aplicada em mais de uma demão, deve-se respeitar o prazo de 24 horas entre as aplicações.

3.3 Etapas de Aplicação

A aplicação do revestimento pode ser manual ou mecânica, sendo que ambas seguem uma seqüência de aplicação.

A aplicação manual é também chamada de convencional. Devido a mão-de-obra qualificada facilmente encontrada e baixo custo executivo, esta é a metodologia mais difundida atualmente.

3.3.1 Lançamento

Nesta etapa a argamassa é lançada contra a base.

Geralmente, a argamassa é acondicionada em um caixote, de madeira ou fibra; o oficial faz uso da colher para pegar a argamassa e em seguida arremessá-la, fazendo um movimento que gera espalhamento da argamassa sobre a superfície.

A plasticidade da argamassa aliada a energia de aplicação fazem com que a argamassa entre em contato com toda base a ser revestida.

Este processo é repetido até que toda superfície da base seja preenchida com argamassa.

Algumas empresas desenvolveram uma técnica de se executar o revestimento sem executar a mestra previamente.

No método em questão, as bases são preparadas e taliscadas, e no momento do lançamento executa-se primeiro o enchimento das mestras; e assim que estas apresentam condições de corte, elas são sarrafeadas e na sequência executiva, servirão de base para que o pano seja sarrafeado. O método ora descrito pode ser aplicado manualmente ou mecânicamente.



Figura 3.3.1.1: Lançamento manual de argamassa sobre alvenaria.



Figura 3.3.1.2: Recipiente utilizado para acondicionar argamassa, caixote em fibra.

O lançamento mecanizado será apresentado no item 5.8 Argamassa Projetada.

3.3.2 Sarrafeamento

A esta etapa de sarrafeamento consiste em “cortar” o volume de argamassa que fica acima do limite estabelecido pelas mestras.

O corte é executado com a régua de alumínio, e para tal apóia-se a régua sobre as mestras localizadas nas extremidades dos panos de revestimento, e em seguida faz-se movimento simultaneamente vertical e

horizontal, o movimento é repetido até que o pano de revestimento esteja totalmente regularizado. Caso alguma região apresente depressão, esta deve receber novo lançamento e respectivo corte, atividade que pode ser imediatamente executada.

Esta etapa requer cuidado com a observação de resistência da argamassa, que neste momento está na interface entre estado plástico e enrijecido.

O Sarrafeamento precoce favorece o aparecimento de fissuras, oriundas de descolamento, perda de coesão ou qualquer outro tipo de dano causado pela manipulação de argamassa em estado impróprio; o sarrafemanto "retardado" dificulta corte pela régua, pois nesta situação a argamassa já se encontra em estado enrijecido.

Nesta etapa, a aderência da argamassa pode ser significativamente melhorada pelo "aperto".

O aperto, procedimento ignorado na maioria dos canteiros de obra, consiste em pressionar a argamassa contra a base utilizando a uma régua apropriada ou até mesmo a colher de pedreiro, esta etapa aumenta o contato da argamassa com a base, corrigindo alguma deficiência na energia de lançamento e plasticidade da argamassa, além disso, reduz o volume de vazios da argamassa.



Figura 3.3.2.1: Sarrafeando a argamassa.

A figura acima mostra o oficial sarrafeando a argamassa, sendo que a mestra está sendo executada simultaneamente ao revestimento.

Em destaque a mestra, que já se encontra bem definida e servindo de base para o oficial sarrafear o pano de revestimento.



Figura 5.6: Régua utilizada para sarrafeamento, confeccionada em alumínio e tamanho compatível ao pano de revestimento a sarrafear.



Figura 3.3.2.3: Régua utilizada para aperto

Diferente da régua para sarrafeamento, a régua de aperto possui uma saliência que gera conforto e mais firmeza ao oficial no momento de manuseá-la.

3.3.3 Desempeno

O desempeno é a etapa na qual o pedreiro torna a superfície mais regular, deixando-a mais próxima de receber o acabamento final; para tal, o oficial pressiona a desempenadeira contra a argamassa fazendo movimentos circulares.

Para melhorar a plasticidade na superfície, é comum que o oficial utilize a broxa para lançar água sobre a argamassa, uma vez que a argamassa se apresente hidratada, esta envolve o agregado acomodando-o melhor nas depressões da superfície, e em alguns casos, este movimento também remove pequenos excessos.

Esta etapa confere mais resistência ao revestimento, pois ao lançar água na camada e executar movimentos circulares, o oficial cria condições para que uma fina camada de argamassa rica em aglomerante se forme na superfície.



Figura 3.3.3.1: Operário desempenando revestimento argamassado, em punhos brocha para operação de umidecimento e desempenadeira.

3.3.4 FELTRAGEM

A feltragem é idêntica ao desempeno; nesta etapa o oficial pressiona o feltro contra a superfície fazendo movimentos circulares.

As ferramentas utilizadas podem ser o feltro, uma de espuma de poliuretano, ou uma desempenadeira com a mesma espuma na base.

Enquanto o desempeno regulariza a base, a feltragem torna a argamassa da superfície homogênea e retira grãos de agregado que não se aderiram a pasta dando um aspecto camurçado ao acabamento final.

Também se lança água na superfície para promover a feltragem, sendo que neste caso, a água lançada pode conter algum aglomerante, como por exemplo a cal hidratada.

3.4 Revestimentos e Tipos de Acabamento

3.4.1 Tipos de Revestimento

3.4.1.1 Reboco ou Massa Única

Esse método consiste em aplicar o revestimento em uma única camada com espessura previamente determinada.

Este tipo de revestimento, geralmente, passa pelas etapas abaixo, sendo que as etapas estão apresentadas em seqüência cronológica:

- Lançamento
- Aperto
- Sarrafeamento
- Desempeno
- Feltragem

Quando a argamassa é produzida no canteiro de obras, o aspecto final deste reboco e determinado pela areia utilizada no traço, como descrito abaixo:

Tipos de areia		**Acabamento conferido**
Areia fina	⟶	Acabamento suave ao toque
Areia grossa	⟶	Acabamento rústico, áspero ao toque
Areia média	⟶	Acabamento intermediário aos anteriores

A argamassa desse tipo de revestimento deve apresentar flexibilidade, ou elasticidade, pois as fissuras são indesejadas; ainda que este tipo de revestimento geralmente receba pintura como acabamento final, ciclos de contração e expansão tendem a romper a pintura, facilitando a penetração e agentes que diminuirão a vida útil do sistema.

Abaixo alguns traços comumente utilizados:

1:2:8 em ambiente externo (Cimento:cal:areia)

1:2:10 em ambiente interno (cimento:cal:areia)

3.4.1.2 Cuidados com a Aplicação

Como citado a aplicação de mais de uma camada deve ser evitada, contudo, em alguns casos não é possível executar o revestimento em camada única, nestas condições, reforça-se que cada aplicação de nova camada exige, de acordo com a finalidade e condições do clima, a umidificação da camada anterior.

Argamassas de revestimentos não devem ser aplicadas em ambientes com temperatura inferior a 5°C; em temperatura superior a 30°C devem ser tomados cuidados especiais para a cura do revestimento, mantendo-o úmido nas primeiras 24 horas através de aspersão constante de água. Este mesmo procedimento deve ser adotado em situações de baixa umidade relativa do ar ventos fortes ou insolação forte e direta sobre os planos revestidos.

3.4.2 Tipos de Acabamento

5.4.2.1 Sarrafeado

É o acabamento resultante da passagem da régua que regulariza a superfície. Este acabamento não é final, geralmente é empregado para posterior aplicação de cerâmica, como o emboço ou em substituição a este; ou em algum trabalho artístico pode ser executado de acordo com a criatividade do executor, como por exemplo travar a régua em um alinhamento previamente definido e fazer movimento circulares, de modo que o aspecto final mostre ranhuras em formatos de meia-lua.

3.4.2.2 Desempenado

Acabamento de característica rústica, onde o trabalho de reboco é finalizado na etapa de desempeno.

A superfície é homogeneizada pela passagem da desempenadeira em movimento circular, algumas reentrâncias permanecem no revestimento, porém são desejadas; como exemplo cita-se o reboco paulista.

Este acabamento é idêntico ao acabamento anteriormente descrito, acabamento sarrafeado; para auxiliar na distinção, o acabamento sarrafeado é comum quando a argamassa é projetada, pois a argamassa projetada apresenta excelente acabamento já na etapa de sarrafeamento.

Já a argamassa aplicada pelo método convencional geralmente necessita de uma etapa a mais, sendo interrompida na etapa de desempeno quando um acabamento mais rústico é desejado.

3.4.2.3 Camurçado

Executa-se alisamento da superfície com esponja ou com desempenadeira apropriada, este acabamento é o mais utilizado.

O acabamento camurçado varia de acordo com o tipo de argamassa, podendo variar entre camurçado rústico, médio e liso.

O camurçado rústico é obtido com a utilização de areia grossa, pois a areia grossa presente na camada mais superficial, ao ser pressionada entre as camadas inferiores e a esponja, deixa uma marca profunda na superfície.

O reboco camurçado fino é produzido com areia fina, sua aplicação se dá de forma idêntica a aplicação anterior, pressionando as camadas com a esponja, contudo, a areia fina se reorganiza na última camada de modo a não deixar ranhuras, e a característica final deste acabamento é liso.

O reboco camurçado médio é um revestimento intermediário aos dois anteriores, este revestimento é produzido com areia média, logo, não deixa marcas profundas como o revestimento camurçado rústico, porém não é tão liso quanto o revestimento camurçado fino.

Quando se utiliza argamassa industrializada o aspecto final do revestimento é bem liso, como mostra afigura abaixo.



Figura 3.4.2.3: Acabamento camurçado liso executado com argamassa industrializada.

3.4.2.4 Raspado

Neste método, executa-se o acabamento da superfície já sarrafeada por meio de ferramenta denteada ou colher de pedreiro.

O aspecto final varia de acordo com a criatividade do profissional, pois a forma de se concluir o trabalho é passando as ferramentas descritas sobre a superfície da maneira que mais agrade o contratante.

3.4.2.5 Lavado

Este método utiliza argamassa produzida com agregado apropriado, e a execução segue até a etapa de sarrafeamento; em seguida, conclui-se os trabalhos através de lavagem com jato de água de intensidade e volume moderados.

3.4.2.6 Chapiscado

Este tipo de revestimento é executado até a tapa de sarrafeamento ou desempeno, após a conclusão destas etapas, é possível executar o acabamento chapiscado.

Para a execução, prepara-se uma argamassa igual a argamassa de chapisco, e em seguida, lança-se manualmente a argamassa contra a base.

O acabamento final não é realçado quando executado com areia fina, logo, o mais comum nesta argamassa é utilizar areia grossa, também é comum o uso de peneira com malha quadrada de abertura aproximada de 4,8 mm para aplicar este revestimento, e o efeito final é uma camada mais grossa de chapisco.

A aparência final deste revestimento é similar a verificada no chapisco de preparação de base, todavia, é comum utilizar prediscos na argamassa deste revestimento, desta forma é possível dar real destaque à aparência final deste acabamento.

Este acabamento também pode ser mecanicamente executado.



Figura 3.4.2.6.1: Muro com acabamento chapiscado, neste caso foi utilizado pedrisco na argamassa de chapisco, posteriormente recebendo pintura.



Figura 3.4.2.6.2: Detalhe do acabamento chapisco com pedrisco

3.4.2.7 Imitação Travertino

Executar o acabamento da superfície recém desempenada lançando com broxa a mesma argamassa de acabamento, porém com consistência mais fluida.

Aguardar o momento apropriado para alisar a superfície com colher de pedreiro ou desempenadeira de aço, conservando parte dos sulcos ou cavidades provenientes do lançamento da argamassa fluida, a fim de conferir o aspecto de mármore travertino.

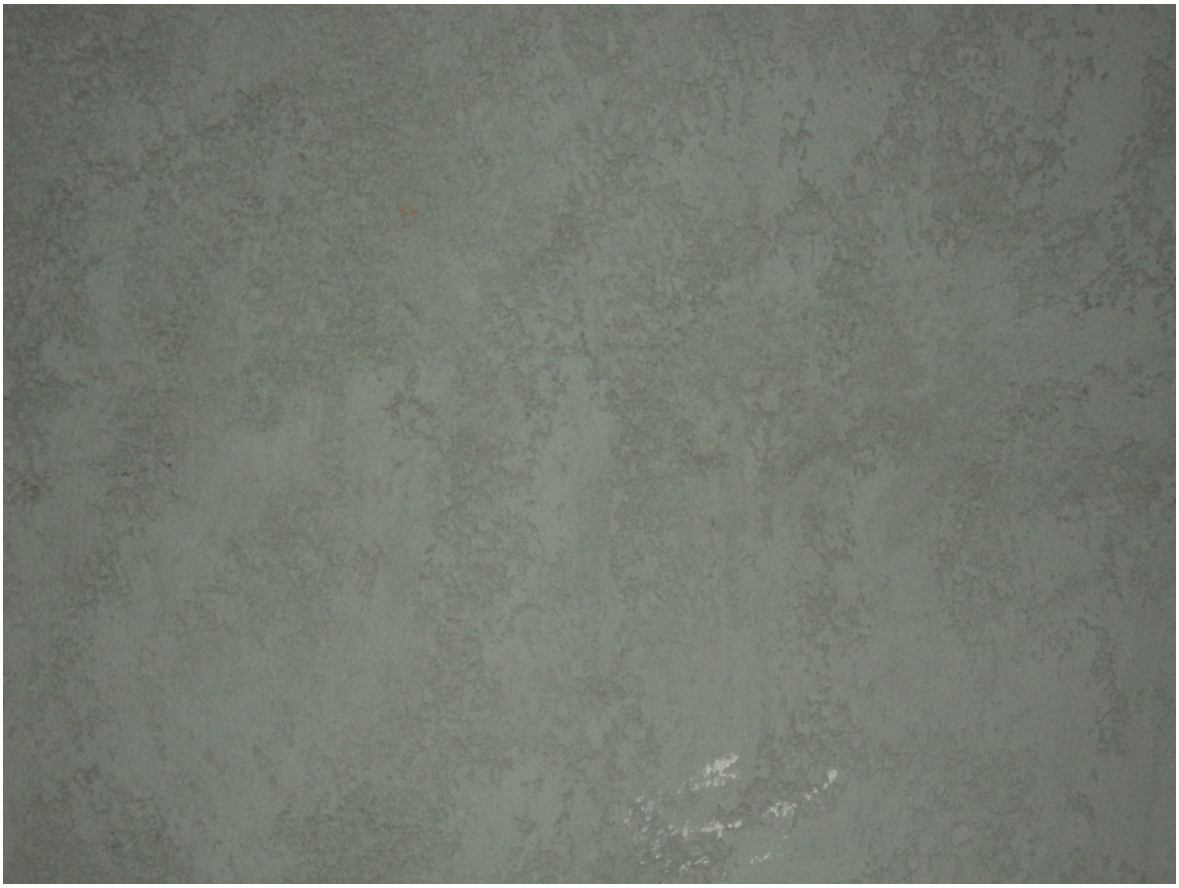


Figura 3.4.2.7.1: Imitação travertino.

3.4.2.8 Outros tipos de acabamento

Uma vez que o aspecto final dos acabamentos é determinado não só pelas normas, mas também pela criatividade dos executores e contratantes, é possível encontrar vários outros tipos de acabamento, como abaixo:



Figura 3.4.2.8.1: Muro com rugosidades

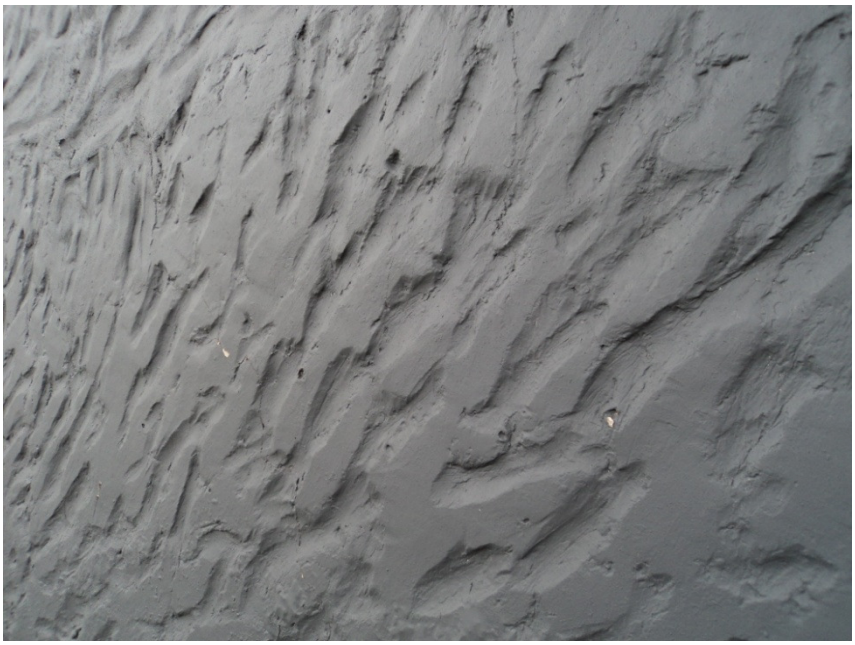


Figura 3.4.2.8.1: Detalhe do muro com rugosidades



Figura 3.4.2.8.3: Acabamento com desempenadeira denteada



Figura 3.4.2.8.4: Detalhe do acabamento executado com desempenadeira denteada.



Figura 3.4.2.8.5: Saliências



Figura 3.4.2.8.6: Detalhe das saliências

3.5 Bases Contíguas ou Diferentes

Como exemplo de bases contiguas e/ou diferentes, menciona-se a interface concreto/alvenaria, local onde se verifica a maior incidência de fissuras.

Isso ocorre porque o concreto apresenta menor capacidade de absorção de água da pasta quando comparado com a alvenaria, gerando uma diferença no tempo de sarrafeamento da argamassa, pois a base de alvenaria apresentará condições de sarrafemanto antes da base em concreto.

Analisando o caso em questão, deve-se iniciar o sarrafeamento quando o revestimento apresentar condições favoráveis para tal, e isso ocorrerá na região de alvenaria, uma vez que o revestimento aplicado sobre o concreto ainda não adquiriu resistência suficiente para resistir ao processo de sarrafaento e desempeno.

Por outro lado, se o operário aguardar até que a base em concreto esteja apta a receber o sarrafeamento e desempeno, a região com base em alvenaria apresentará resistência inadequada para estas operações; o revestimento nesta região já estará em estado enrijecido, dificultando ou impossibilitando o sarrafeamento.

Este tipo de situação requer uma equalização de absorção, que geralmente é obtida por meio de aplicação de chapisco fechado. A estrutura é totalmente chapiscada, e para a alvenaria, é recomendado uma faixa mínima de um metro de chapisco.

Quando a base for composta por diferentes materiais e for submetida a esforços que gerem deformações diferenciais consideráveis (tais como balanços, platibandas, e últimos pavimentos), deve-se utilizar tela metálica, plástica ou de outro material semelhante na junção destes materiais, criando uma zona capaz de suportar as deformações diferenciais a que estará sujeita.

Alternativamente, pode ser especificada a execução de uma junta que separe o revestimento aplicado sobre os dois materiais, permitindo que cada parte movimente-se independentemente.

Como citado, o grau de absorção da base está relacionada com a aderência do revestimento, pois através da penetração da argamassa na base obtem-se a microancoragem, sendo que esta é melhorada pela rugosidade superficial da base.

Bases rugosas têm mais área de contato, logo melhoram a aderência do revestimento; em contra partida, superfícies lisas precisam ser previamente preparadas.



Figura 3.5.1: Tela metálica galvanizada a ser utilizada na interface alvenaria/concreto.



Figura 3.5.2: Tela metálica aplicada na junção viga/alvenaria.

3.6 Detalhes Executivos

3.6.1 Arestas

Para manter a linearidade e prumo da aresta quando convexa, fixar uma régua na extremidade da parede adjacente, procede-se então o lançamento da argamassa e respectivo acabamento da superfície.

Repetir o processo no lado oposto da parede garantir bom acabamento.

3.6.2 Pingadeira

Para executar a pingadeira reentrante, deve-se marcar a pingadeira na superfície, em seguida, utilizando um instrumento que produz o sulco na argamassa, apoiar uma régua na superfície e passar o instrumento na argamassa recém-acabada. O instrumento pode ser de madeira ou em metal, seguindo as dimensões da pingadeira.

Para executar a pingadeira saliente, na argamassa recém sarrafeada, no nível previsto para pingadeira, fixar duas réguas com a dimensão especificada, em seguida aplica-se a argamassa; e para finalizar, executa-se o acabamento da superfície como se executa o acabamento do revestimento.

3.6.3 Juntas

Elementos que geram alívio do sistema de revestimento, as juntas devem ser executadas nos locais indicados pelo projeto.

Para execução das juntas de revestimento, colocar um elemento com espessura igual a espessura da junta especificada no projeto, isso antes da aplicação da argamassa.

Após a argamassa ter adquirido consistência apropriada, retirar o elemento, se ele não for deformável, sempre corrigindo possíveis falhas deixadas pelo processo de remoção. Algumas juntas podem ficar no revestimento como parte integrante da estética.

3.6.4 Riscos e Sulcos

Para executar riscos ou sulcos especificados no acabamento, devem ser utilizados instrumentos apropriados que proporcionem cortes ou reentrâncias na argamassa fresca.

Estes instrumentos devem ser fabricados levando em consideração o desgaste pelo uso, fato que tira a homogeneidade do acabamento.

3.7 Considerações sobre o Processo de Aplicação Convencional

- Falta de homogeneidade da argamassa, pois no momento da aplicação, a plasticidade da argamassa é alterada pelo acréscimo da água

adicional, sendo que cada pedreiro acresce o volume que mais lhe agrada;

- Variação de dosagem na produção de argamassa de cimento;
- Variação nas matérias-primas para produção da argamassa, e variação de dosagem;
- Falta de controle tecnológico das matérias-primas e da argamassa;
- Alta demanda de mão-de-obra;
- Alto desperdício;
- Face as perdas e a grande utilização de mão-de-obra; custo elevado;

3.8 Argamassa Projetada

O preparo da base e a metodologia de aplicação da argamassa projetada é a mesma utilizada na argamassa convencional, veja as etapas abaixo:

- Lançamento
- Aperto
- Sarrafeamento
- Desempeno
- Feltragem

Basicamente, a diferença se encontra na etapa de lançamento, enquanto na metodologia convencional o oficial lança manualmente a argamassa contra a base; no sistema projetado, o lançamento é executado por meio de equipamento mecânico específico para este fim.

Quanto aos tipos de bombeamento, verifica-se o bombeamento helicoidal, este possui um eixo helicoldal tipo rosca sem fim, que ao girar expulsa a argamassa do alojamento de espera.

No bombeamento por pistão; a argamassa é empurrada para fora de seu alojamento por um pino.

Após bombeamento, a argamassa trafega por dutos flexíveis, os quais não devem ser estrangulados nem dobrados para não interromper o fluxo, e em seguida a argamassa é direcionada a área a ser revestida por meio de um bico.



Figura 3.8.1: Vista longitudinal do equipamento de projeção de argamassa.



Figura 3.8.2: Vista transversal do equipamento de projeção



Figura3.8.3: Vista superior do equipamento de projeção



Figura 3.8.4: Bico de projeção



Figura 3.8.5: momento da projeção

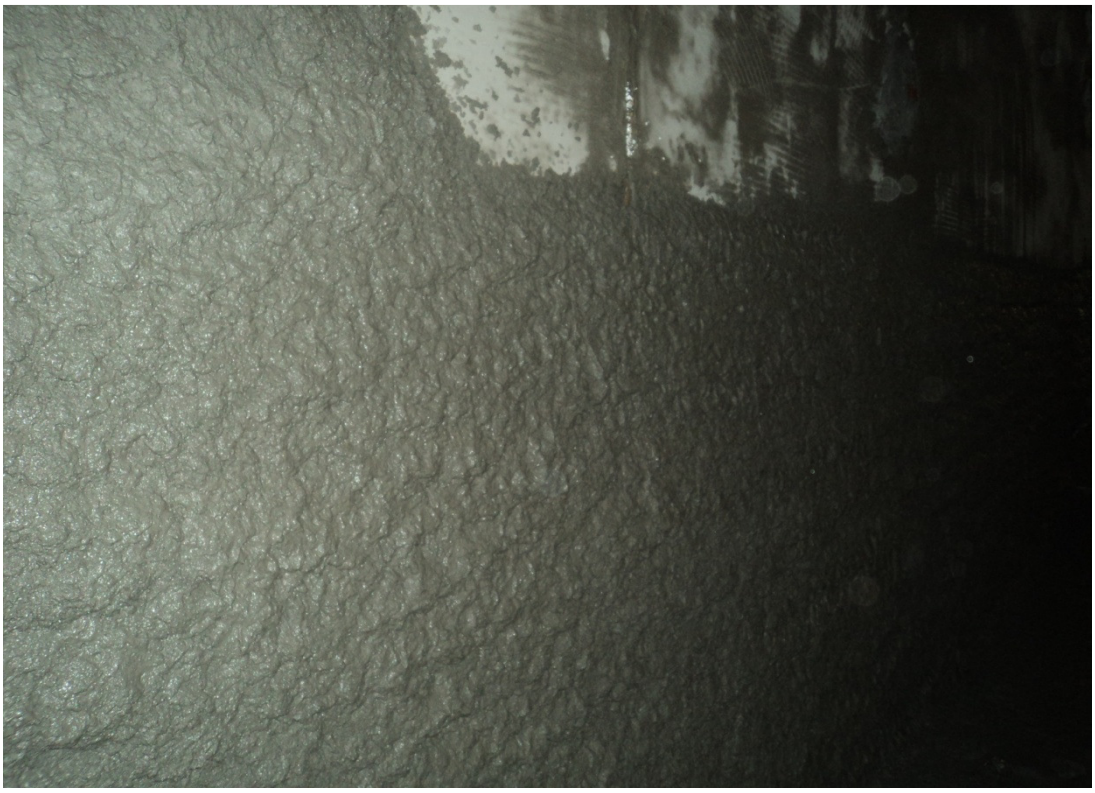


Figura 3.8.6: Aspecto da argamassa recém projetada

Após a etapa de lançamento, as etapas que se seguem são manuais e idênticas as etapas já apresentadas no sistema convencional.

Vantagens

- Emprego de mão de obra especializada;
- Depende que outros sistemas já executados sejam cuidadosamente racionalizados, fato que gera redução de custos;
- Requer correta execução do sistemas em suas camadas normatizadas, gerando um produto final de boa qualidade;
- Alta produtividade;
- Reduz a demanda de recursos humanos.

As vantagens oferecidas por este sistema somente serão obtidas se os processos anteriores a este forem racionalizados e estiverem com boa qualidade, do contrário, não há vantagens.

Como exemplo, se o revestimento tiver que ser aplicado em camadas grossas a produtividade se perde, e o deslocamento/mobilização de equipe é demorado.

Desvantagens

- Uso recomendado para obras de médio e grande porte.
- Treinamento de funcionários
- Paredes com muitos detalhes como recortes e vãos entre outros, acarretam perda de produtividade.

4 CONCLUSÃO

Após cuidadosa análise do conteúdo deste trabalho, fica evidenciado que a receita para o sucesso da etapa de revestimento não se encontra em uma única regra.

A execução de revestimentos em argamassa requer definição prévia da metodologia de aplicação, preparação da equipe, definição racional da logística da obra, preparação da(s) base(s), acompahamento constante da produção e aplicação do revestimento e proteção do trabalho executado.

A definição do método a ser empregado deve passar por análise financeira, pois “não existe engenhenharia sem análise de custo”; e partindo deste principio, o fator financeiro pode se tonar determinante no momento da decição.

Dentre os métodos executivos apresentados, todos apresentarão boa qualidade se foram corretamente executados, e isso reforça a necessidade de se estudar préviamente qual é a melhor opção para o empreendiento, verificando itens como disponibilidade regional de material e mão de obra.

Após estudos pertinentes, cabe ao engenheiro executor aliar a criatividade as técnicas de execução, certamente esta aliança irá conferir a obra estética, proteção, qualidade e durabilidade.

5 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

NBR 7200/1998 - Execução de Revestimentos de Paredes e Tetos de Argamassas Inorgânicas

NBR 13749/1996 - Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificações

Notas de Aula do Prof. Dr. Antônio Neves de Carvalho Junior

PEREIRA JR., Solano Alves, Procedimento Executivo de Revestimento Externo em Argamassa, 2010, monografia apresentada para conclusão do curso de especialização da UFMG,

FIORITO, Ântonio J. S. I. Manual de argamassa e Revesgtimento. Estudos e Procedimentos de Execução, Editora Pini

ALVES, N. J. D. Avaliação dos aditivos incorporadores de ar em argamassas de revestimento. Brasilia, 2002. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília.

CARASEK, H. Aderência de argamassa à base de cimento portland a substratos porosos – avaliação dos fatores intervenientes e contribuição ao estudo do mecanismo da ligação. São Paulo, 1996. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

CANDIA, M. C. Contribuição ao estudo das técnicas de preparo da base no

desempenho dos revestimentos de argamassa, Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

6 LEITURA COMPLEMENTAR

NBR 13528, 1995 Revestimento de paredes e tetos com argamassas inorgânicas – Determinação da resitência de aderência a tração

RILEM. MR-3. The Complex Workability – Consistence – Plasticity. France, 1982.

HULL, D.; CLYNE, T. W. An introduction to composite materials: Cambridge solidstate science series. Cambridge: University Press, 1996.

SOUZA, Marcos Ferreira, Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações, monografia apresentada para conclusão do curso de especialização da UFMG, 2008

Catálogo Técnico BASF

Catálogo Técnico DEGUSSA

Catálogo Técnico PRECON

Monografia

"PROPOSTA PARA MANUAL DE EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO EM ARGAMASSAS CONVENCIONAIS E INDUSTRIALIZADAS "

Autor: Rogério Luiz Cândido

Orientador: Prof. Adriano de Paula e Silva

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

Fevereiro/2011

AUTOR: Rogério Luiz Cândido

"PROPOSTA PARA MANUAL DE EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO EM ARGAMASSAS CONVENCIONAIS E INDUSTRIALIZDAS "

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG

Ênfase: Tecnologia e produtividade das construções

Orientador: Prof. Adriano de Paula e Silva

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2011

Sinceros agradecimentos a Aparecida Ana de Jesus, Débora Alves e Eweton Carlos Costa pelo apoio incondicional, a Dircéia Coutinho, Antônio Coutinho e ao Prof. Erwin Holf Madson Junior, pelos incessantes incentivos; eternos mestres.

Peço desculpa aos familiares pela ausência neste período; e agradeço ainda aos cologas de classe pela agradável convivência, e muitíssimo obrigado aos Professores do curso e aos dedicados funcionários da UFMG.

chapisco, sugere-se o pré-umidecimento de base com elevada taxa de absorção, sempre com o cuidado de não exagerar na quantidade de água.

O pré-umidecimento deve ser executado com broxa, pois o excesso de água reduz a capacidade de absorção da base prejudicando a ancoragem mecânica.

Em alguns casos, é necessário consultar um especialista para avaliar e determinar o melhor tipo de alvenaria a ser utilizado, bem como o melhor tipo de preparo de base e respectivo revestimento.

Em revestimentos internos, não sujeitos a intempéries e que não exijam elevada resistência mecânica, pode ser utilizado bloco cerâmico sem pré-umidecimento da base, e para revestimentos externos o chapisco é obrigatório.

Além do mecanismo de intertravamento mecânico já descrito acima, onde a água carreando aglomerantes é a principal força atuante no sistema, tem-se outros mecanismos químicos relacionados a aderência, os quais valem a pena serem entendidos; são eles:

- Difusão de moléculas

A difusão de moléculas controla o transporte entre sólidos e líquidos representando um movimento de átomos, íons e moléculas como resultado da diferença de concentração existente

Em uma interface podem existir muitos tipos de processos difusivos; a resistência de aderência também será dependente da natureza das ligações interatômicas resultantes deste processo físico-químico (Hull e Clyne, 1996)

- Transferência de elétrons no contato interfacial

A transferência de elétrons no contato interfacial forma uma camada dupla de elétrons na interface, podendo contribuir significativamente para o desenvolvimento da aderência. As ligações eletrostáticas (iônicas) são as mais fortes que se constata nesta condição.

- Adsorção de partículas

Após o contato das moléculas da base com as moléculas da argamassa, estas moléculas podem se interligar (aderir) por fenômenos intermoleculares.

Os princípios que regem a aderência são, fundamentalmente, os mesmos para quisquer que sejam os materiais utilizados

Em todos os casos o material adesivo é aplicado, primeiramente, em estado plástico em todo material sólido (base), após a aplicação o material adesivo modifica seu estado quimicamente e fisicamente.

2.4.2 Avaliação da aderência

A avaliação da aderência consiste em executar ensaios destrutivos de tração e cisalhamento.

O ensaio mais utilizado consiste em aplicar uma força perpendicular a base de revestimento, sendo que a força aplicada é medida por meio de um dinamômetro.

Este ensaio é um arrancamento mecânico da argamassa, pelo qual a resistência de aderência é a máxima tensão suportada pelo revestimento.

A análise dos dados obtidos pelo ensaio também deve ser muito cuidadosa, pois existem variações de resultados quando se ensaia um revestimento sobre o bloco de alvenaria e sobre a junta de assentamento.

De acordo com as normas brasileiras, não são especificados critérios de resistência de aderência a tração de rebocos, pois seu desempenho pode não estar, necessariamente, associado a esta característica; também é prudente consultar um especialista antes de se contratar o ensaio de arrancamento, pois nem sempre um revestimento de alta resistência mecânica é o mais indicado para o ambiente, outras variáveis também devem ser consideradas, como exemplo relevante cita-se fatores de exposição que podem reduzir a vida útil do revestimento

.

A aderência também pode ser verificada por ensaios a percussão, realizados através de impactos leves, não contundentes, com martelo de madeira ou outro instrumento rijo. A avaliação deve ser feita em 1,00m²; sendo a cada 50,00 m² para tetos e a cada 100,00m² para paredes.

Cândido, Rogério Luiz
C217p Proposta para manual de execução de revestimento em argamassas convencionais e industrializadas [manuscrito] / Rogério Luiz Cândido. --2011.
124 f., enc.: il.

Orientador: Adriano de Paula e Silva.

"Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG".

Bibliografia: f.123-124.

1. Construção civil. 2. Revestimentos. 3. Argamassa. I. Silva, Adriano de Paula e. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia.

CDU: 693.625

Ficha elaborada pelo Processamento Técnico da EEUFMG