

The background features a large green diamond shape centered on a dark green background. To the left, there is a vertical orange bar. The text is white and positioned in the upper-left quadrant of the green diamond.

Tratamento da Deterioração das Argamassas

Marcelo Iliescu

Objetivos

- Maior competitividade empresarial
- Busca pela durabilidade da construção
- Ganhos na qualidade do produto
- Redução dos custos da produção
- Busca pela racionalização e compatibilização entre as partes

Funções do Revestimento de Argamassa

- Proteção dos elementos de vedação da ação dos agentes agressivos e de um incêndio
- Isolamento acústico e estanqueidade a água e aos gases
- Solidarização dos elementos da alvenaria
- Distribuição uniforme das cargas, absorvendo as tensões de movimentação da estrutura
- Regularização da superfície dos elementos de vedação
- Contribuição para a estética da fachada

Patologia

- Inexistência de projeto de argamassa
- Desperdício de materiais, mão-de-obra e tempo
- Elevados custos de produção
- Falhas e problemas patológicos

Responsabilidades das Construtoras

- Deficiências técnicas muito grandes no conhecimento sobre o comportamento dos revestimentos
- Insensibilidade com a necessidade de desenvolvimento
- Insensibilidade com a necessidade de se utilizarem projetos específicos nesse serviço
- Consideração da fachada como um produto decorativo e não de engenharia
- Planejamento e controle da qualidade incompatíveis com a complexidade do problema
- Pouca preocupação com a capacitação das equipes de obra no assunto de revestimentos
- Preparo das argamassas com muito poucos critérios técnicos, muitas vezes definidos pelo próprio operário

Responsabilidades dos Fabricantes de Argamassa

- Deficiência grande no conhecimento sobre o comportamento dos revestimentos e sobre as necessidades de mercado
- Deficiência de pesquisa e desenvolvimento. O foco da pesquisa é voltado somente para algumas poucas propriedades, por meio de formulações de suas próprias argamassas
- Pouca preocupação com a inexistência de normalização de desempenho de produto e de métodos de ensaio
- Pouca preocupação com a capacitação e certificação de aplicadores
- Não produção de sistemas de revestimento. Visão do produto estanque, da “commodity”.
- Produção de argamassas de baixo desempenho, de propriedades conflitantes e ineficazes

Responsabilidade dos Fabricantes de Componentes e Resinas

- Deficiência no conhecimento sobre o comportamento dos revestimentos
- Inexistência de pesquisa de desempenho de seus produtos. Pouca preocupação com a inexistência de normalização e de métodos de ensaio para seus produtos
- Desconhecimento das necessidades de produtos e de desempenho requeridas pelo mercado
- Desconhecimento da aplicação de seus produtos
- Produção de componentes de qualidade duvidosa e desperdício de boas oportunidades de negócio

Responsabilidades dos Fornecedores de Serviço de Aplicação

- Deficiência muito grande no conhecimento sobre o comportamento dos revestimentos
- Práticas atrasadas e muitas vezes erradas que comprometem o desempenho do revestimento
- Pouca preocupação com a capacitação da mão-de-obra
- Pouca preocupação com a necessidade do uso de equipamentos corretos de mistura, transporte e aplicação
- Pouca preocupação com a segurança e higiene do trabalho

Responsabilidades de projetistas, consultores e pesquisadores

- Deficiência no conhecimento sobre o funcionamento e comportamento dos revestimentos
- Deficiência de pesquisa. Poucas verbas para financiamento sobre esse tema, o qual é considerado pelas agências financiadoras como “pouco moderno”
- Pesquisa concentrada no comportamento das argamassas e não no do revestimento
- Laboratórios pouco equipados
- Pouco consenso do que deve ser um “projeto de revestimento”
- Inexistência de consenso nas soluções básicas e nos detalhes mais elementares

Finalidades do Projeto de Revestimento

- Determinar materiais, geometria, juntas, reforços, pré-moldados, acabamentos, procedimentos de execução e controle, bem como diretrizes para manutenção específicos para uma determinada obra, de forma a se obter um desempenho satisfatório do revestimento ao longo do tempo

Finalidades do projeto de Revestimento (2)

Para que este objetivo seja atingido, é necessário contemplar:

- a) condicionantes para o projeto;
- b) especificação dos materiais;
- c) diretrizes de seleção do sistema;
- d) diretrizes para controle de produção;
- e) diretrizes de inspeção e manutenção

Condicionantes para o projeto

- Condições ambientais: insolação, regime de chuvas, umidade relativa do ar, temperatura, ventos predominantes, poluentes na atmosfera e outros. Essas variáveis são importantes para a formulação das argamassas, como retenção de água e permeabilidade, condições e períodos de aplicação, textura da camada decorativa, juntas e outros;
- Arquitetura: projeto arquitetônico, cores, detalhes de frisos e elementos decorativos para paginação da fachada, elaboração dos reforços e juntas, definição dos pré-moldados;
- Estrutura: geometria, rigidez e deformações previstas para definição de juntas, detalhes construtivos das ligações das alvenarias com pilares, vigas ou lajes, preparação da base, definição da ponte de aderência, como chapisco, entre outros. Estes detalhes condicionam a viabilidade do uso de revestimento de argamassa;
- Instalações: interferência nas fachadas, como rasgos e aberturas, para a definição dos enchimentos e reforços;

Projeto e Programa de Execução

- Tipos e traços
- N°. de camadas
- Espessura
- Acabamento superficial
- Revestimento decorativo

Verificações preliminares

- Andaimos, fachadeiros e balancins
- Ferramentas especiais como masseiras e régua
- Equipamentos como misturadores, peneiras e medidores. Preferir argamassadeiras de eixo horizontal a betoneiras. Projetores mecânicos
- Período de serviço
- Adequação do canteiro

Qualidade da argamassa

- Misturador mecânico
- Compartimentos para estoque
- Ponto de água canalizada próximo e medidor
- Medidor de agregados
- Peneiras

Armazenamento dos agregados

- Espaço confinado pelos 3 lados com fundo inclinado e drenado
- Caso contrário, evitar os 15 cm mais baixos
- Evitar contaminação por resíduos

Propriedades no estado fresco

- Massa específica e teor de ar
- Boa trabalhabilidade com preenchimento dos vazios
- Elevada retenção de água
- Material plástico
- Aderência inicial
- Retração na secagem

Trabalhabilidade

- Plasticidade – a colher penetra mas não é fluida
- Coesão – coesa ao ser transportada mas não adere na colher ao ser lançada
- Consistência – distribui-se com facilidade
- Viscosidade – preenche todos os vazios
- Adesão – adere com facilidade
- Densidade – é densa
- Endurecimento - é lento o suficiente

Fatores que influenciam a Trabalhabilidade

- Granulometria da areia e formato dos grãos
- Proporção e natureza dos finos plastificantes
- Composição mineralógica
- Relação água/aglomerante
- Aditivos e adições

Trabalhabilidade (1)

- Distribui-se facilmente ao ser assentada
- Não agarra à ferramenta quando está sendo aplicada
- Não segrega ao ser transportada
- Não endurece em contato com superfícies absorptivas
- Permanece plástica por tempo suficiente para que seja completada a operação
- Argamassas só de cimento possuem pouca trabalhabilidade
- Acréscimo de água, até certo limite, melhora esta propriedade. Além disso, piora todas as outras e deve ser sempre evitado
- Adição de cal aumenta a trabalhabilidade, pois diminui a tensão superficial da pasta e contribui para molhar perfeitamente os agregados
- Aumento da superfície da areia com o aumento do teor de finos, também aumenta a trabalhabilidade

Trabalhabilidade (2)

- Para que a trabalhabilidade seja otimizada, a capacidade de retenção de água exerce grande influência
- Sem retenção adequada de água, além de não se manter plástica o tempo suficiente para seu manuseio adequado, a argamassa terá menor resistência quando endurecida, umidade garantida por tempo insuficiente para as completas reações de hidratação do cimento e carbonatação da cal
- Argamassas de cal têm maior capacidade de retenção da água que as de cimento
- Maior finura, maior superfície específica, maior capacidade de adsorção de suas partículas e formação de um gel na superfície das partículas com até 100 % de água em função do volume da partícula

Como obter-se trabalhabilidade

- Adição de finos
- Aditivos plastificantes e incorporadores de ar
- Grandemente influenciada pela areia

Resistência Mecânica

- Quanto maior a resistência à compressão, maior a resistência aos outros esforços solicitantes e maior a contração
- Argamassas de cal e areia: pequenas resistências
(0,5 a 2,0 MPa à compressão aos 28 dias)
- Argamassas de cimento e areia / cimento, cal e areia :
faixas variadas em função das proporções relativa entre os componentes (1,5 a 16,0 MPa à compressão aos 28 dias)
- Elasticidade é a capacidade de se deformar sem apresentar ruptura
- Retenção de água e a cura lenta e constante favorecem a elasticidade

Propriedades no estado endurecido

- Aderência – manter-se fixa ao substrato, de 0,2 a 0,3 Mpa
- Capacidade de absorver deformações sem romper, nem fissurar ou perder a aderência. Depende do E, da espessura, das juntas de trabalho e da técnica de execução
- Impermeabilidade às águas de chuva, mas permeável aos vapores nos ambientes molhados. Depende da natureza do substrato, de sua composição e dosagem, da técnica de execução, da espessura e do acabamento final
- Resistência mecânica ao impacto e à contração termo-higroscópica
- Resistência ao desgaste e à abrasão superficial
- Durabilidade e desempenho que são prejudicados pela fissuração, espessura excessiva, microorganismos e manutenção inadequada

Proporções mais comuns para as argamassas de cimento e cal

	Ext. acima do solo	Ext abaixo do solo	Interna		Tetos
Emboço	1:2:8 a 10	1:1:6 1:1/4:3	1:2:8 a 10 1:3:12		1:2:8 a 10
Reboco	0:1:3 1:2:9	1:1:6	0:1:3 1:2:9	1:1/4:3 1:0:3	
			Outras	<1,60 banh. e cozinha	

Comparação entre aglomerantes

- Cimento aumenta resistência e retração
- Cal aumenta trabalhabilidade, capacidade de reter água e absorver deformações

Diferença de composição entre as cales

- Cal CHI – Ca(OH)_2 ou $\text{Ca(OH)}_2 + \text{Mg(OH)}_2$
com $\text{CO}_2 < 5\%$
- Cal CHII – $\text{Ca(OH)}_2 + \text{Mg(OH)}_2 + \text{MgO}$
com $\text{CO}_2 < 5\%$
- Cal CHIII - $\text{Ca(OH)}_2 + \text{Mg(OH)}_2 + \text{MgO}$
com $\text{CO}_2 < 13\%$

Diferença de γ entre as cales

- Cal CH I – $\gamma = 0,55 \text{ kg/dm}^3$
- Cal CH III – $\gamma = 0,80 \text{ kg/dm}^3$
- Cal CH I rende 25% mais que Cal CH III

Classes de Argamassas de Cal Classe A

- Areia com elevado teor de finos plastificantes (5 a 7%passante na peneira #200)
- Areia macia, com forma de grãos arredondada
- Situação onde a retenção da água não é crítica

Classes de Argamassas de Cal Classe B

- Areia com médio teor de finos plastificantes (até 5%passante na peneira #200)
- Areia macia, com forma de grãos arredondada
- Situação onde a retenção da água é desejável

Classes de Argamassas de Cal

Classe C

- Areia com baixo teor de finos plastificantes (menos de 5% passante na peneira #100 e retidos na # 200)
- Areia áspera, com forma de grãos angulosa e descontínua
- Situação onde a retenção da água é imprescindível

Argamassa Intermediária

Relação cal : areia úmida em volume

- A – 1:6 a 1:7
- B - 1:4 a 1:5
- C – 1:2 a 1:3

Traço cimento:argamassa intermediária

com controle sem controle

- Emboço interno pintura 1:9 1:7
- Emboço interno cerâmica 1:9 1:7
- Emboço externo pintura 1:8 1:6
- Emboço externo cerâmica 1:7 1:5
- Forro 1:7 1:5

Considerações práticas sobre os traços

- O traço é em massa
- A medição pode ser em volume, em caixas com letras em cores diferentes. usar régua para nivelar volume
- Não medir em latas ou em pás
- A referência é o saco inteiro de cimento
- Corrigir volumes pela umidade

Produção da Argamassa

- A argamassa deve ser preparada mecanicamente de 3 a 5 minutos
- A cal deve ser maturada por tempo mínimo de 16 horas em pasta bem viscosa
- Caso a argamassa seja de cal e areia, elas devem ser misturadas a seco e depois maturadas por 16 h
- Só na hora de se aplicar sobre o substrato é que se deve adicionar o cimento

Influência da temperatura e da umidade

- Para $0 < 30^{\circ}\text{C}$ e $h > 50\%$ $\Rightarrow t < 2,5$ h
- Para $0 > 30^{\circ}\text{C}$ e $h < 50\%$ $\Rightarrow t < 1,5$ h
- Trabalhar à sombra
- Os estoques devem ser mantidos à sombra

Caracterização do revestimento de argamassa

- Bases de aplicação
- Camadas de revestimento

Características das bases

- Absorção de água
- Porosidade
- Resistência mecânica
- Movimentações higrométricas
- Rugosidade
- Homogeneidade

Aderência das bases

- Micro ancoragem dada pelo grau de absorção da base
- Macro ancoragem dada pela rugosidade superficial
- Exceto parede de bloco de concreto, todas as bases devem ser pré-molhadas
- Se a superfície for pouco rugosa ou pouco absorvente deve-se aplicar chapisco

Parâmetros para o Projeto do Revestimento de Argamassa

- Composição e dosagem
- Produção da argamassa
- Espessuras recomendadas
- Detalhes construtivos
- Juntas de trabalho, peitoris, pingadeiras, quinas e cantos
- Reforço do revestimento com tela metálica

Execução

- Equipamentos e ferramentas
- Preparação da base
- Definição de referencias do plano
- Aplicação da argamassa
- Acabamento superficial das camadas
- Execução dos detalhes construtivos

Vazados

- Tubulações de água e esgoto embutidas
- Testes de estanqueidade destas tubulações
- Eletrodutos e caixas de passagem
- Derivações das instalações elétricas
- Contramarcos já fixados

Controle de execução do revestimento

a. Antes do inicio

- Conclusão e fixação das alvenarias. Prazo
- Conclusão das instalações da fachada
- Definição das especificações do revestimento e dos procedimentos de execução
- Cumprimento dos diversos prazos de carência
- Disponibilidade dos EPIs e instalação dos EPCs

Controle de execução do revestimento

b. Durante a execução

- Preparação da base
- Definição do plano do revestimento
- Taliscamento
- Locação dos arames do diedro
- Produção da argamassa de revestimento
- Aplicação da argamassa e sarrafeamento
- Execução do reforço do emboco

Preparação da base

- Se houver falhas < 5 cm \Rightarrow preencher com argamassa
- Se houver falhas > 5 cm \Rightarrow preencher em duas camadas de argamassa, sendo a 2^a aplicada 24 h após a 1^a umedecida
- Se houver rasgos > 5 cm \Rightarrow tela galvanizada + argamassa + cacos cerâmicos
- Para bases de materiais diferentes, usar junta ou tela e argamassa com aditivo

Limpeza da base

- Sujeira, pó ou material solto: escovar e lavar com jato de água, espátula e escova de aço
- Óleos e gorduras:
 1. solução alcalina de fosfato trissódico (30g Na_3PO_4 / litro de água) ou soda cáustica
 2. solução de ácido muriático (5 a 10%) durante 5 minutos e escovarEm ambas as soluções enxaguar abundantemente com água
- Eflorescências: escova de aço a seco e aplicar ácido muriático
- Bolor e fungos: escovar com solução de fosfato trissódico ou de hipoclorito de sódio (4 a 6% de cloro ativo), protegendo-se o restante da construção e aguardar secar

Controle de execução do revestimento b. Durante a execução (cont)

- Acabamento da argamassa
- Execução das juntas de trabalho
- Execução das quinas e cantos
- Execução dos requadros
- Execução do reboco

Controle de execução do revestimento

c. Após a conclusão

- Completa finalização dos serviços
- Limpeza da superfície do revestimento
- Planeza, prumo e nivelamento
- Esquadro e alinhamento do eixo das quinas e cantos
- Esquadro e caimento das requadrações dos vãos
- Posicionamento dos peitoris e juntas de trabalho
- Textura final das superfícies
- Fissuras no revestimento

Acabamento

- Nos revestimentos externos, a argamassa ou será hidrofugante ou receberá pintura hidrofugante
- Aspecto: textura uniforme sem cavidades, fissuras, manchas ou eflorescências
- Espessura: $5 < e_{int} < 20$ mm; $20 < e_{ext} < 30$ mm; e teto < 20 mm
- Prumo e nível (mm) $< \text{vão (m)} / 900$
- Ondulação < 3 mm em 2 m

Aderência

- Aderência: percussão com martelo de madeira em 1 m² para cada 50 m² de tetos ou 100 m² de paredes. Quando o som for cavo, oco, martela-se em volta para identificar área sem aderência
- Resistência de aderência à tração para emboço:
 - parede interna: pintura ou base para reboco > 0,20 Mpa
 - cerâmica ou laminado > 0,30 Mpa
 - parede externa: pintura ou base para reboco > 0,30 Mpa
 - cerâmica ou laminado > 0,30 Mpa
 - teto > 0,30 Mpa

Detalhes das argamassas

- Chapisco: consistência fluida para o cimento poder penetrar na base e melhorar a aderência
- Emboço: se a $O > 30^{\circ}\text{C}$ manter a umidade por 24h. A cada nova camada, deve-se umedecer a anterior. Taliscar com cacos cerâmicos
- Acabamento: sarrafeado, desempenado, lavado camurçado, raspado, chapiscado, travertino
- Quando colorida a argamassa, o pigmento deve ser resistente ao UV e à alcalinidade das argamassas
- Detalhes: arestas, pingadeiras, juntas, riscos e sulcos

Prazos do substrato

- Concreto e alvenaria estrutural armada = 28 dias
- Alven estrut não armada e não estrut, blocos cerâmico, de concreto e de concreto celular = 14 dias
- Chapisco = 3 dias
- Emboço de cal = 21 dias
- Emboço de cimento = 7 dias
- Reboco ou camada única de argamassa = 21 dias
- Para a 2ª camada = 24 horas
- Argamassa industrializada = conforme especificação do fabricante

Acompanhamento

- Nível, prumo e planeza
- Limpeza do substrato
- Traço e preparação da argamassa
- Espessura da camada
- Recipiente de transporte limpo
- Eliminar respingos
- Limpeza final

Origem dos problemas patológicos

- Detalhamento insuficiente
- Seleção inadequada de materiais e técnicas construtivas
- Não-conformidade entre o projetado e o executado
- Falta de controle da argamassa
- Mão-de-obra despreparada
- Insuficiência de manutenção

Problemas patológicos mais freqüentes

- Formação de manchas de umidade e bolor
- Descolamento da argamassa do substrato
- Fissuração e trincamento
- Descolamento entre o reboco e o emboço
- Bolhas da expansão dos sulfatos e óxidos de ferro
- Placas de baixa resistência e pulverulência

Descrição das patologias (1)

- Fissuras mapeadas: retração da argamassa por excesso de finos no traço ou do aglomerante ou do aglomerado ou de água ou, ainda, excesso de desempenamento
- Fissuras geométricas: quando acompanham o contorno do elemento da base = retração da argamassa de assentamento
- Vesículas:
 1. hidratação retardada do óxido de cálcio não hidratado presente na cal hidratada (dentro a cor é branca).
 2. presença de concreções ferruginosas na areia (dentro a cor é vermelha)
 3. matéria orgânica ou pirita na areia (cor é preta)

Descrição das patologias (2)

- Pulverulência: excesso de finos no agregado ou traço pobre em aglomerante ou carbonatação insuficiente da cal
- Empolas pequenas: oxidação da pirita formando gipsita, acompanhado de expansão. Neste caso o agregado apresenta pontos pretos
- Expansão e descolamento do revestimento: ao se preencher as fissuras com gesso, forma-se a gipsita que reage com o cimento formando a etringita que é expansiva

Correção das patologias

- Se as fissuras forem superficiais, podem ser preenchidas:
 1. Com o material de acabamento do revestimento
 2. Com massa de preparo da base da pintura
 3. Com a cola do material de acabamento, seja papel de parede ou forração
 4. Com argamassa colante
 5. Com a própria argamassa

Bibliografia

- Cincotto, M.A. et al. Argamassa de revestimento. IPT, 95
- Fiorito, A.J.S.I. Manual de argamassa e revestimentos. Pini, 94
- Sabbatini, F.H. et al. Projeto e execução de revestimento de argamassa. O Nome da Rosa, 04
- NBR 7200/98 - Execução de revestimento de paredes/tetos argamassa inorgânica – Procedimentos
- NBR 11801/92 - Argamassa de alta resistência mecânica para pisos
- NBR 12260/90 - Execução de piso com argamassa de alta resistência mecânica
- NBR 13529/95 – Revestimentos de paredes e tetos de argamassa inorgânica - Terminologia
- NBR 13530/95 – idem - Classificação
- NBR 13749/96 – idem - Especificação

Sessão encerrada
Obrigado a todos

Eng^o Marcelo Iliescu
iliescu@iliescu.com.br
www.iliescu.com.br