

Monografia

"TÉCNICAS DE REVESTIMENTOS EM ARGAMASSA PROJETADA"

Autor: Ricardo Araújo Lemos

Orientador: Prof. Antonio Neves de Carvalho Junior

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

Dezembro / 2010

RICARDO ARAÚJO LEMOS

"TÉCNICAS DE REVESTIMENTOS EM ARGAMASSA PROJETADA"

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

Ênfase: Tecnologia e produtividade das construções
Orientador: Prof. Dr. Antonio Neves de Carvalho Junior

Belo Horizonte
Escola de Engenharia da UFMG
Dezembro / 2010

A minha mãe pela educação, carinho, amor durante todos estes anos, a minha querida esposa Therezinha pelo carinho, amor e ainda pelo apoio dado ao longo do curso, a minha adorável filha Lorena pela compreensão da ausência neste período, a toda minha família pelo apoio e carinho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela minha existência, aos meus pais, responsáveis pelo início de tudo, aos professores e mestres pela experiência e conhecimentos transmitidos.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1. Objetivos.....	11
2. REVESTIMENTOS EM ARGAMASSA	12
2.1. Funções dos Revestimentos de Argamassa.....	12
2.2. Propriedades dos Revestimentos	13
2.2.1. Aderência	15
2.2.2. Resistência Mecânica	16
2.2.3. Capacidade de Absorver Deformações	16
2.2.4. Permeabilidade.....	17
2.2.5. Propriedades Requeridas pelo Sistema de Vedação.....	17
2.2.6. Características Superficiais	18
2.2.7. Durabilidade.....	18
2.3. Classificação dos Revestimentos	18
2.3.1. Características das Camadas do Revestimento	19
2.3.1.1. Chapisco.....	20
2.3.1.2. Emboço	21
2.3.1.3. Reboco ou Massa Única.....	22
2.3.2. Agentes Atuantes nos Revestimentos das Fachadas	23
3. REVESTIMENTOS EM ARGAMASSA PROJETADA	24
3.1. Diretrizes de Projeto	25
3.1.1. Espessuras Recomendadas	26
3.1.2. Detalhes Construtivos.....	26
3.2. Sistemas Construtivos	30
3.3. Sistemas de Projeção das Argamassas	32
3.4. Argamassa para Projeção	36
3.5. Aumento da Qualidade e Produtividade.....	38
3.5.1. Produtos e Equipamentos.....	40
3.5.1.1. Tipos de Equipamentos	41
4. PRINCIPAIS VANTAGENS	44
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
6. CONCLUSÃO	48
7. BIBLIOGRAFIA	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Camadas de revestimento de argamassa de vedação vertical.....	20
Figura 2. Chapisco aplicado manualmente	21
Figura 3. Emboço aplicado manualmente	21
Figura 4. Reboco aplicado manualmente	22
Figura 5. Agentes atuantes nos revestimentos de fachada	23
Figura 6. Juntas de movimentação	27
Figura 7. Juntas de movimentação na fachada.....	27
Figura 8. Execução das juntas de movimentação	28
Figura 9. Reforço do revestimento com tela.....	29
Figura 10 a. Projetor com recipiente acoplado	30
Figura 10 b. Bomba de projeção	30
Figura 11. Sistema virado em obra	32
Figura 12. Sistema convencional com argamassa industrializada.....	33
Figura 13. Aplicação da argamassa pelo sistema da canequinha	33
Figura 14. Sistema de projeção com utilização da canequinha	34
Figura 15. Aplicação de argamassa com utilização de bomba de projeção	35
Figura 16. Sistema com utilização de bomba de projeção	35
Figura 17. Projetor por spray.....	41
Figura 18. Bomba de projeção com misturador e compressor	41
Figura 19. Bomba de projeção	42
Figura 20. Bomba de projeção e compressor.....	42
Figura 21. Configuração do sistema de projeção	43

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1: Propriedades da Argamassa	14
Tabela 2: Limites de resistência de aderência à tração	15
Tabela 3: Critérios gerais de classificação dos revestimentos	19
Tabela 4: Espessuras admissíveis para revestimento de argamassa	26
Tabela 5: Espessura mínima nos pontos críticos.....	26
Tabela 6: Classificação e tipologia das juntas de edifício	28
Tabela 7: Utilização de argamassa no Brasil	31
Tabela 8: Sistema de aplicação do revestimento.....	35
Tabela 9: Limites de bombeabilidade da argamassa.....	36
Tabela 10: Teste de aderencia sistema convencional x projetado	44
Gráfico 1: Nivel de exigências das propriedades	14

LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS

ABNT = Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR = Norma Regulamentadora Brasileira

UFMG = Universidade Federal de Minas Gerais

USP = Universidade de São Paulo

IPT = Instituto de Pesquisas Tecnológicas

MPa = Mega Pascal

GPa = Giga Pascal

KPa = Kilo Pascal

Ra = Resistência de aderência à tração

RESUMO

O presente trabalho visa abordar alguns conceitos básicos relativos à execução de revestimentos de argamassa aplicados nas alvenarias de vedações de edifícios através da evolução tecnológica para melhoria de produtividade e qualidade deste tipo de revestimento.

No texto foram tratados alguns tipos de revestimentos com argamassa de uso corrente nas obras de construção civil em nosso País, dando foco na execução de revestimentos argamassados com utilização de novas técnicas construtivas que surgiram ao longo dos anos através de estudos, ensaios realizados por grandes mestres de materiais de construção civil que colocaram sua inteligência e a sua cultura a serviço da tecnologia.

Em virtude da necessidade de melhoria da qualidade, bem como maior produtividade dos serviços de revestimentos, surgiram novos materiais e a necessidade de se desenvolver novas técnicas e mecanismos industrializados de aplicação que atenda à realidade do mercado de construção civil, verificando-se ainda a necessidade e importância de formação profissional para desenvolvimento das novas técnicas de aplicação, pois a execução de revestimentos em argamassa não tem tido a importância necessária, sendo muitas vezes deixado a um segundo plano, pois depende da deformabilidade da estrutura, da qualidade da alvenaria, do encontro entre ambos, além da habilidade da mão de obra e das condições climáticas, sendo que a definição da argamassa de revestimento, a forma de aplicação e o processo de produção não são totalmente obedecidos pelos responsáveis na execução desta atividade nas obras.

Com isso cresce a demanda por mecanismos industrializados de aplicação do sistema de revestimentos em argamassa projetada, que visam levar às empresas de construção, o conhecimento de processos mais ágeis, em virtude do volume de obras e a falta de mão de obra.

Método construtivo relativamente novo no Brasil, que tecnicamente poderá apresentar grande ganho de produtividade bem como qualidade e durabilidade dos revestimentos.

1. INTRODUÇÃO:

Este trabalho abordará em síntese, a evolução das tecnologias para execução dos revestimentos de argamassa, mostrando também a importância do sistema de revestimentos, levando-se em consideração não apenas o aspecto tecnológico, mas também o fator determinante para seu adequado desempenho que é a sua aderência à base, pois seu descolamento pode resultar em falhas funcionais, estéticas e até em acidentes fatais.

As argamassas são um dos insumos mais antigos da construção civil, e são também tradicionais como material de revestimento, é um material largamente utilizado nas fachadas de edifícios, contribuindo para estanqueidade da água e regularização da base para recebimento do acabamento final. O sistema de revestimentos argamassados, tem sofrido significativas mudanças nos últimos anos, as quais vêm surgindo através dos vários estudos realizados para melhoria não só do revestimento em si, mas também dos materiais aplicados e das tecnologias para sua aplicação.

Os materiais básicos vêm sofrendo gradativas melhorias, com o surgimento dos novos aglomerantes (cimentos, cal, gesso), agregados artificiais, argamassas industrializadas, produtos químicos para conferir características específicas tais como redutores de permeabilidade, plastificantes, retentores de água, incorporadores de ar e etc, além dos novos processos construtivos, como, por exemplo, as argamassas de revestimento projetadas mecânicamente.

O objetivo é apresentar diferentes aspectos entre a aplicação da argamassa manual e a argamassa projetada pelo método bombeado, avaliando fatores como qualidade na aplicação, aderência, resistência mecânica, perda de material e desempenho da mão de obra.

A aderência do revestimento depende da combinação entre o comportamento reológico da argamassa e a força com que foi lançada à base durante sua aplicação, sendo assim a introdução da técnica de aplicação por argamassa projetada aumentou a aderência dos revestimentos em relação à aplicação

manual. Ocorrências de patologias nesta camada do revestimento trazem inúmeros prejuízos para usuários, construtores e fabricantes.

1.1. Objetivo:

O objetivo principal deste trabalho é apresentar a evolução do sistema construtivo com a utilização da argamassa projetada, procurando fazer analogias e estudos comparativos de produtividade entre os dois sistemas.

Mesmo com utilização do sistema convencional, há de se dizer que o mesmo já vem sofrendo várias mudanças, pois além do desenvolvimento dos materiais básicos, tais como argamassas industriais e aditivos, houve também grande evolução na concepção dos novos projetos, edifícios mais elevados com índice de esbeltez mais elevado aumentado com isso a deformabilidade da estrutura, utilização de concretos mais resistentes, por sua vez menos poroso, dificultando a aderência dos revestimentos em argamassa.

Visando reduzir ou eliminar patologias causadas principalmente por falta de aderência do revestimento em argamassa, estudiosos chegaram à conclusão que mudanças deveriam acontecer, como por exemplo, a elaboração de projetos de fachadas, especificação correta de materiais, ensaios, controle tecnológico e etc.

A substituição da técnica de aplicação manual de argamassas de revestimento, pela projeção mecânica tem tido crescente aceitação pelas construtoras, devido a fatores como o aumento da produtividade e a padronização da força de aplicação, a qual proporciona homogeneidade do revestimento e um aumento da resistência de aderência em relação à aplicação manual.

2. REVESTIMENTO EM ARGAMASSA:

A Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 7200/98 define a argamassa inorgânica como a mistura homogênea de agregados miudos, aglomerantes inorgânicos e água, contendo ou não aditivos e adições, com propriedades de aderência e endurecimento. Define também o revestimento de argamassa como sendo o “Recobrimento de uma superfície lisa ou áspera com uma ou mais camadas superpostas de argamassa, em espessura usualmente uniforme, ápta a receber, sem danos, uma decoração final”.

Segundo notas de aula do Professor Antonio Junior (2010), a argamassa é uma mistura de materiais de pequena granulometria com adição de água proporcionando coesão entre os grãos e possibilitando aplicações diversas, tendo como principais constituintes os aglomerantes, agregados minerais, água e aditivos.

2.1. Funções dos revestimentos de argamassa:

Nas edificações onde a execução do revestimento de fachada é realizada de acordo com os processos convencionais, como estrutura de concreto armado e vedações em alvenaria, o revestimento de argamassa deve desempenhar sozinho ou associado ao seu suporte, funções como:

- ✓ Proteger a estrutura e as vedações contra a ação de agentes agressivos, evitando a degradação precoce destes elementos, aumentando com isso a durabilidade e reduzindo os custos de manutenção dos edifícios;
- ✓ Auxiliar as vedações no cumprimento de suas funções, tais como: isolamento térmico e acústico, estanqueidade à água e aos gases e segurança ao fogo;
- ✓ Regularizar a superfície dos elementos de vedação, servindo de base regular e adequada ao recebimento de outros revestimentos;
- ✓ Funções estéticas e de acabamento final;

Vale ainda salientar que os revestimentos não têm a função de ocultar imperfeições grosseiras das alvenarias ou até mesmo das estruturas de concreto armado, situações estas ocorridas é prova evidente da ineficiência técnica, da ausência de controles e da falta de racionalização construtiva na execução das etapas precedentes. Por isso os revestimentos em argamassa para cumprir adequadamente suas funções, devem possuir características que sejam compatíveis com as condições à que estão expostos, com as condições de execução, com a natureza da base, com as especificações de desempenho, com o acabamento final, tendo ainda a função de substrato quando estiver relacionado com outro tipo de revestimento tais como: pastilhas, cerâmicas, pedras decorativas e etc.

2.2. Propriedades dos Revestimentos:

Para que os revestimentos de argamassa possam cumprir adequadamente suas funções, eles precisam apresentar uma gama de propriedades específicas, relacionadas à argamassa no estado fresco como também no estado endurecido, tais como:

- ✓ Aderência;
- ✓ Resistência mecânica;
- ✓ Capacidade de absorver deformações;
- ✓ Permeabilidade à água;
- ✓ Propriedades requeridas pelo sistema de vedação;
- ✓ Características superficiais;
- ✓ Durabilidade;

A partir do entendimento de tais propriedades e dos fatores que influenciam a sua obtenção, pode-se prever o comportamento do revestimento nas diferentes situações de uso. A tabela a seguir apresenta as principais propriedades da argamassa.

ESTADO FRESCO	ESTADO ENDURECIDO
<i>Massa específica e teor de ar</i>	<i>Aderência</i>
<i>Trabalhabilidade</i>	<i>Capacidade de absorver deformações</i>
<i>Retenção de água</i>	<i>Resistência mecânica</i>
<i>Aderência inicial</i>	<i>Permeabilidade</i>
<i>Retração na secagem</i>	<i>Durabilidade</i>

Tabela 1 – Propriedades da argamassa (Sabbatini – 2004)

Os critérios de desempenho para o revestimento de argamassa variam em função da exposição, crescendo em função do nível de exigência das propriedades, as quais no estado endurecido equivalem às propriedades do revestimento propriamente dito, que poderão ser observadas no gráfico 1.

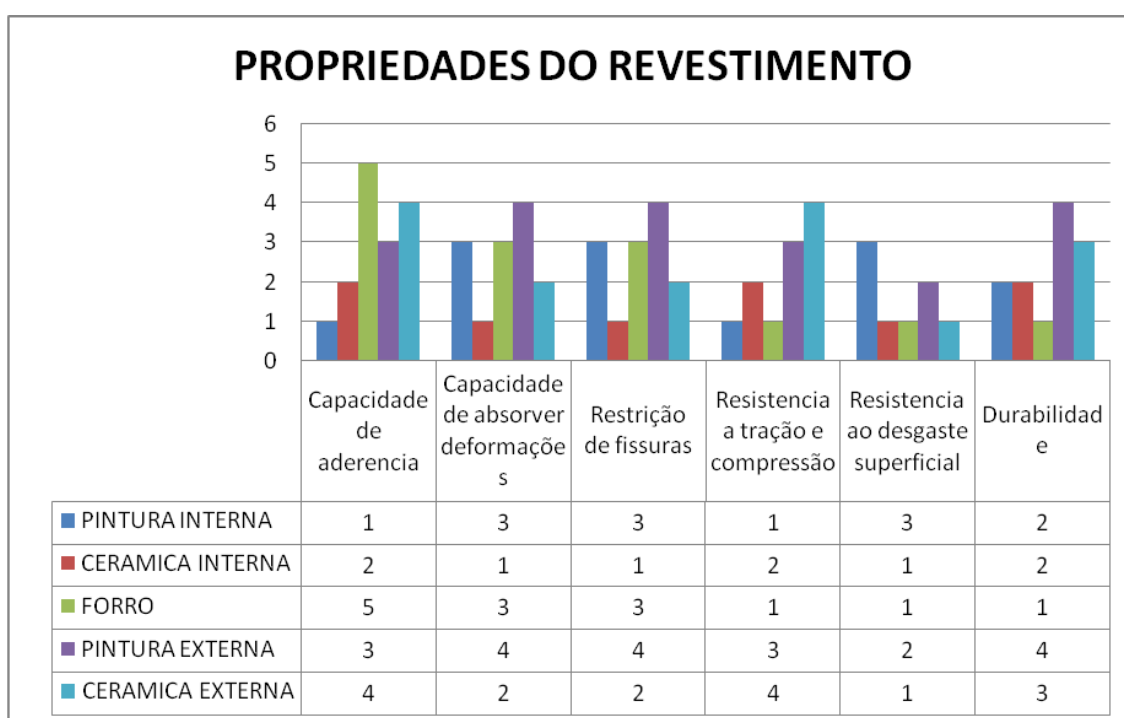


Gráfico 1 – Nível de exigência das propriedades (Sabbatini – 1988)

As propriedades da argamassa serão apresentadas a seguir de forma sucinta por estarem diretamente ligada às propriedades do revestimento argamassado.

2.2.1. Aderência:

Segundo SABBATINI; BAÍA (2004), a Aderência é uma das principais propriedades apresentadas pelo revestimento, definida como sendo:

“A propriedade que o revestimento apresenta, em manter-se fixo ao substrato, através da resistência de tensões normais e tangenciais que surgem na interface base-revestimento. É resultante de aderência à tração, da resistência de aderência ao cisalhamento e da extensão de aderência da argamassa”

A aderência dos revestimentos em argamassa depende de varios fatores dos quais podemos enumerar os seguintes:

- ✓ Propriedade da argamassa no estado fresco;
- ✓ Procedimentos de execução do revestimento;
- ✓ Natureza e características da base bem como limpeza superficial da mesma;

A resistência de aderência à tração do revestimento pode ser medida através de ensaios de arrancamento por tração, que de acordo com a norma NBR 13749 (ABNT, 1996), o limite de resistência de aderência à tração (Ra) medida em MPa, para os revestimentos de argamassa, emboço e camada única, varia de acordo com o local de aplicação e tipo de acabamento, conforme tabela 2, reproduzida da NBR 13749.

LOCAL		ACABAMENTO	Ra
Parede	Interna	<i>Pintura ou base para reboco</i>	$\geq 0,20$
		<i>Cerâmica ou Laminado</i>	$\geq 0,30$
	Externa	<i>Pintura ou base para reboco</i>	$\geq 0,30$
		<i>Cerâmica</i>	$\geq 0,30$
Teto			$\geq 0,20$

Tabela 2 – Limites de resistência de aderência à tração (NBR 13749/96)

2.2.2. Resistência mecânica:

A resistência mecânica dos revestimentos em argamassa é a propriedade dos revestimentos de suportarem a ação mecânica de diversas naturezas, devido à abrasão superficial, ao impacto e a contração termoigroscópica e depende do consumo e da natureza dos agregados e aglomerantes da argamassa empregada e da técnica de execução. Segundo SABBATINI (2004), “a resistência mecânica aumenta com a redução da proporção de agregado na argamassa e varia inversamente com a relação água / cimento da argamassa”. Para avaliação desta resistência pode-se utilizar o método empírico através do risco com prego. Existem ainda os ensaios internacionais tais como: esferas de impacto, escovas elétricas de desgaste superficial e fitas adesivas, sendo que em nenhum dos métodos são especificados valores de referência.

2.2.3. Capacidade de absorver deformações:

É a capacidade que o revestimento tem de sofrer deformações de pequena amplitude, sem sofrer rupturas ou através de fissuras não prejudiciais, é a capacidade de suportar tensões sem perder a aderência. O revestimento tem a responsabilidade de absorver estas deformações decorrentes da ação da umidade ou da temperatura, mas não as de grande amplitude proveniente de outros fatores tais como recalque estrutural.

Esta propriedade depende do módulo de deformação da argamassa, ou seja, quanto menor o módulo de deformação da argamassa, maior a capacidade de absorver as deformações, outros fatores que afetam esta propriedade são:

- ✓ Técnica de execução;
- ✓ Juntas de trabalho do revestimento;
- ✓ Espessura das camadas;

2.2.4. Permeabilidade:

A permeabilidade está relacionada à passagem da água pela camada de argamassa no estado endurecido por meio de infiltração sob pressão,

capilaridade ou difusão do vapor d'água, que por sua vez permite a percolação da água tanto no estado líquido quanto vapor, por se tratar de material poroso. Pode ainda ser definida conforme o nível de proteção que devem oferecer à base contra a ação das chuvas ou de águas nas áreas de lavagem das edificações.

SABBATINI (2004), “o revestimento deve ser estanque a água, impedindo a sua percolação. Mas deve ser permeável ao vapor para favorecer a secagem de umidade de infiltração, a exemplo das águas de chuva”.

A permeabilidade é influenciada por diversos fatores, tais como:

- ✓ Natureza da base;
- ✓ Composição e dosagem da argamassa (traço e natureza dos materiais constituintes);
- ✓ Técnicas de execução;
- ✓ Espessuras das camadas de revestimento e do acabamento final;

2.2.5. Propriedades requeridas pelo sistema de vedação:

Nas alvenarias de vedação, executadas com componentes de baixa resistência mecânica e ainda sem a existência de juntas de dilatação vertical, as diversas propriedades são integralizadas pelos revestimentos, tais como: resistência ao fogo, isolamento térmico, isolamento acústico, estanqueidade, entre outras.

Mesmo os elementos de vedação em concreto armado podem ter suas funções integralizadas pelos revestimentos de argamassa, uma vez criam uma barreira de proteção do concreto contra agentes agressivos, como por exemplo, o gás carbônico, indesejável nos concretos porosos por contribuir com sua carbonatação, despassivação e corrosão das armaduras.

2.2.6. Características Superficiais:

Estas características dizem respeito ao acabamento do revestimento de argamassa, sua textura, que pode ter uma variação de lisa a aspera.

Esta variação da textura depende basicamente da técnica construtiva e também da granulometria dos agregados. Além disso, os revestimentos devem

ser constituídos de uma superfície plana, nivelada, resistente e sem fissuras, devendo ainda haver compatibilidade química entre a base e os diversos tipos de acabamento.

2.2.7. Durabilidade:

Propriedade relacionada ao período de uso do revestimento, podendo ser definida como a capacidade de manter o desempenho de suas funções ao longo do tempo, resultante das propriedades do revestimento no estado endurecido. Esta propriedade está diretamente ligada a vários fatores da etapa de projeto onde se deve adequar e analisar o material a ser utilizado bem como a correta especificação do revestimento.

A durabilidade pode ser comprometida por diversos fatores:

- ✓ Fissuração;
- ✓ Espessura excessiva;
- ✓ Cultura e proliferação de microorganismos;
- ✓ Qualidade da argamassa;
- ✓ Falta de manutenção, a qual deve ser automática e periódica;

2.3. Classificação dos revestimentos:

Os revestimentos, de uma forma geral podem ser classificados de acordo com o tipo de vedação a revestir, ao ambiente de exposição, mecanismos de fixação à base e continuidade. De acordo com o critério considerado, o revestimento deve apresentar um conjunto de características próprias que se traduz em um comportamento nas diversas situações, que podem ser verificados na tabela 3.

CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO	TIPO
<i>Tipo de vedação a revestir</i>	<i>Vedação horizontal inferior</i>
	<i>Vedação horizontal superior</i>
	<i>Vedação vertical</i>
<i>Ambiente de exposição</i>	<i>Internos: áreas secas ou áreas molhadas</i>
	<i>Externo: Fachadas</i>
<i>Mecanismos de fixação à base</i>	<i>Aderêntes</i>
	<i>Fixados por dispositivos</i>
	<i>Não aderêntes</i>
<i>Continuidade</i>	<i>Monolíticos ou contínuos</i>
	<i>Modulares</i>

Tabela 3 – Critérios gerais de classificação dos revestimentos – (Sabbatini 1998)

Considerando esta classificação, o revestimento de argamassa pode ser de vedação horizontal ou vertical, interno ou externo, aderente ou monolítico.

O revestimento pode ainda ser classificado de acordo com número de camadas, podendo ser:

- ✓ Única camada, denominado massa única;
- ✓ Duas camadas, denominado emboço e reboco;

2.3.1. Características das camadas do revestimento:

Nos revestimentos constituídos por duas camadas, cada uma delas cumpre funções específicas, sendo o emboço uma camada de regularização da base e o reboco a camada de acabamento.

Já aqueles constituídos por uma única camada (massa única), a mesma cumpre as duas funções, de regularização da base e de acabamento.

Cada uma das camadas do revestimento é constituída por argamassas com propriedades diferenciadas, adequadas ao cumprimento das funções específicas.

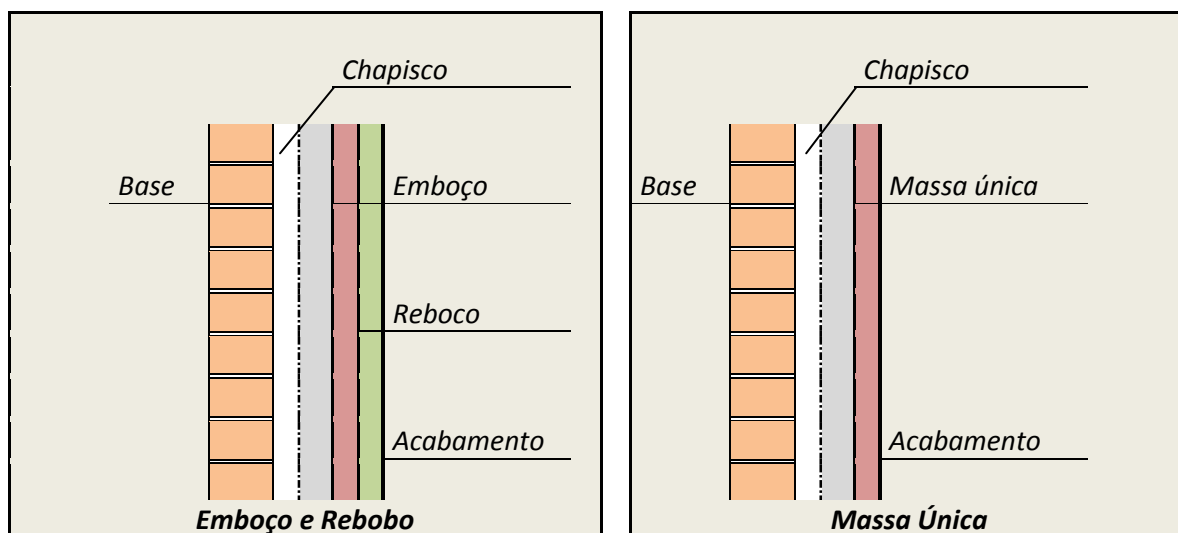


Fig. 1 – Camadas de revestimento de argamassa de vedação vertical (Sabbatini, 1998)

As definições e modo de aplicação das diversas camadas do revestimento de argamassa e de seu preparo de base serão descritas a seguir.

2.3.1.1. Chapisco:

É um procedimento de preparo da base com a função de melhorar a aderência da primeira camada do revestimento de argamassa à base, tendo também a importante função de uniformizar a absorção de diferentes bases justapostas (alvenaria e estrutura). Pode ser industrializado, rolado ou projetado e pode ser aplicado manualmente através de rolo de textura, colher de pedreiro, desempenadeira dentada ou projetado mecanicamente através de projetores de argamassa, o que oferece uma maior aderência a base.

Recomenda-se sempre chapiscar as alvenarias externas e estrutura de concreto, a decisão de chapiscar ou não as alvenarias internas deve ser tomada na fase de projeto, após realização de ensaios e apreciação de resultados. Deve-se realizar a cura úmida do chapisco para evitar a evaporação prematura da água, causando perda de resistência de aderência, principalmente em regiões de clima sêco e quente.



Figura 2 (a) e (b) Chapisco aplicado manualmente (Topus Construtora 2010)

2.3.1.2. Emboço:

É a segunda camada de revestimento que se aplica à alvenaria, para servir de base ao revestimento final, tem a função de regularização do substrato, criando uma superfície com planicidade e rugosidade adequadas para aplicação da camada de acabamento. É geralmente a camada mais importante pela função complementar das vedações, principalmente em relação à estanqueidade e resistência ao fogo, tendo também grande importância na função de proteção das vedações. Sua espessura média varia entre 1,5cm e 2,5cm. É aplicado sobre a base previamente preparada, com ou sem chapisco. Quando trabalha como base para revestimentos cerâmicos, deve apresentar capacidade de aderência à sua base suficiente para suportar as maiores solicações a que estará submetido.



Figura 3 (a) e (b) – Emboço aplicado manualmente (Topus Construtora 2010)

2.3.1.3. Reboco ou Massa Única:

Camada única de argamassa aplicada sobre o chapisco, sarrafeada com régua e alisada com desempenadeira e feltrada com espuma de poliuretano. Segundo Sabbatini (1998), “O Revestimento com acabamento em pintura executado em uma única camada. Neste caso, a argamassa utilizada e a técnica de execução deverão resultar em um revestimento capaz de cumprir as funções tanto do emboço, quanto do reboco, ou seja, regularização da base e acabamento”.

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

Por se destinar a aplicação posterior de massa corrida e ou pintura, a massa única não deve apresentar fissuras que comprometam visualmente o acabamento. Principalmente em paredes externas, estes defeitos podem propiciar a penetração de águas de chuva, vindo a prejudicar a aderência e a durabilidade do revestimento e a estanqueidade da vedação, enfim prejudicam todo o sistema. Para evitar todos estes problemas a argamassa deverá apresentar elevada capacidade de deformação plástica.



Figura 4 – Reboco ou massa única aplicado manualmente (Topus Construtora 2010)

2.3.2. Agentes atuantes nos revestimentos das fachadas:

O revestimento de um modo geral é o primeiro elemento a sofrer a ação de agentes agressivos de origem natural ou advinda da própria utilização da edificação, por ser o material que recobre todas suas superfícies, além das variações espontâneas denominadas movimentações térmicas que apresentam devido às variações da temperatura ambiente e da radiação solar. A amplitude desta variação depende do coeficiente de dilatação térmica da argamassa, das variações de umidade relativa e da ação de forças externas restritivas ao movimento.

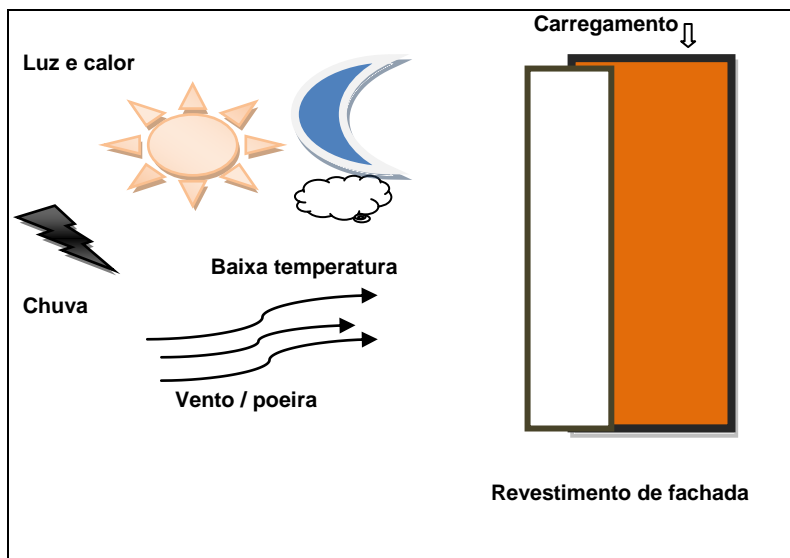


Fig. 5 – Agentes atuantes nos revestimentos de fachada

3. REVESTIMENTOS EM ARGAMASSA PROJETADA:

Na última década, o desenvolvimento de argamassas mais sofisticadas trouxe um pouco de inovação em um segmento que não via grandes progressos praticamente desde a criação do cimento Portland. Com isso, especialistas de todo o país começaram a estudar melhores técnicas e soluções para reduzir ou até mesmo eliminar as patologias apresentadas em revestimentos, principalmente os de fachada. Através destes estudos, ensaios e utilização desses novos produtos, chegou-se a conclusão que para se obter melhor desempenho no sistema de revestimentos, tanto técnico quanto produtivo é de fundamental importância a elaboração do projeto de revestimentos em argamassa.

A elaboração deste projeto contribui e muito para o aumento da qualidade, da produtividade e da redução de falhas e desperdícios.

Mas para tanto deverá haver uma reorganização de todo o processo, principalmente do processo de projetos, o qual deverá obedecer a uma sequência, buscando-se uma coordenação entre os projetos das diversas partes da edificação e a incorporação do conhecimento tecnológico para as definições das soluções a serem adotadas. Deve apresentar um conjunto de informações relativas às características do produto e a forma de produção, com especificações preliminares, anteprojeto para verificação das possíveis interferências e o projeto executivo.

De maneira geral os projetos de revestimentos devem definir o seguinte:

- ✓ Tipo de revestimento;
- ✓ Tipo de argamassa;
- ✓ Espessura das camadas;
- ✓ Detalhes arquitetônicos e construtivos;
- ✓ Técnicas mais adequadas para execução;
- ✓ Padrão de qualidade dos serviços;
- ✓ Procedimentos de execução e controle;
- ✓ Diretrizes de manutenção;

Todas essas definições devem ser elaboradas com base em parâmetros tecnológicos, considerando as exigências do revestimento frente às diferentes condições de exposição, as características da base de aplicação, as propriedades requeridas para a argamassa e para o revestimento, as condições de produção e controle da argamassa e do revestimento. Além do custo e do planejamento e controle da produção que englobam entre outros, o projeto do canteiro de obras, definição da equipe de produção, definição das ferramentas e equipamentos a serem utilizados, plano de controle do volume e da qualidade de produção.

De acordo com Maciel (1998), “O desenvolvimento do projeto de revestimentos de argamassa de fachada será fundamentado na coordenação entre os diversos projetos e na determinação das informações com relação ao produto e a sua produção”.

Já Sabbatini, Selmo e Silva (1988), afirmam que “a existência e a utilização plena e correta de projetos construtivos tem se mostrado como a melhor ferramenta para a eliminação de desperdícios a redução de custos, o controle do processo, a obtenção da qualidade desejada, enfim, para a racionalização construtiva e para otimização do desempenho da atividade de construção de edifícios”.

O projeto de revestimento deve ser iniciado no período de compatibilização dos demais projetos, de modo que as decisões dos projetos arquitetônicos, estruturais e instalações não prejudiquem o desempenho dos revestimentos das fachadas.

3.1. Diretrizes do Projeto:

3.1.1. Espessuras recomendadas:

As espessuras recomendadas para os revestimentos de argamassa estão apresentados na tabela 4 de acordo com a norma NBR 13749 (ABNT 1996)

REVESTIMENTO	ESPESSURA
<i>Parede interna</i>	$5 \leq e \leq 20 \text{ mm}$
<i>Parede externa</i>	$20 \leq e \leq 30 \text{ mm}$
<i>Tetos internos e externos</i>	$e \leq 20 \text{ mm}$

Tabela 4. Espessuras admissíveis para revestimento de argamassa (ABNT, 1996)

No caso da espessura do revestimento estar entre 3 e 5 cm, a aplicação da argamassa deverá ser realizada em duas demãos, respeitando um intervalo mínimo de 16 horas entre elas. Se a espessura estiver entre 5 e 8 cm deverá ser executada em 3 demãos, sendo as 2 primeiras encasquilhadas ou a utilização de telas metálicas.

Se a espessura for menor, não deve ultrapassar alguns limites, para que a proteção do revestimento a base não seja prejudicada. A tabela 5 apresenta as espessuras mínimas nos pontos críticos do revestimento de argamassa de fachada.

TIPO DE BASE	ESPESSURA MINIMA
<i>Estrutura de concreto em pontos localizados</i>	<i>10 mm</i>
<i>Alvenaria em pontos localizados</i>	<i>15 mm</i>
<i>Vigas e pilares em regiões extensas</i>	<i>15 mm</i>
<i>Alvenarias em regiões extensas</i>	<i>20 mm</i>

Tabela 5. Espessuras mínimas nos pontos críticos (USP, 1995)

3.1.2. Detalhes Construtivos:

Os detalhes construtivos devem ser previstos nos projetos para contribuir com o melhor desempenho do revestimento de argamassa. Existem vários detalhes construtivos, sendo destacados as juntas de trabalho, os peitoris, as pingadeiras, as quinas e cantos e o reforço do revestimento em tela metálica.

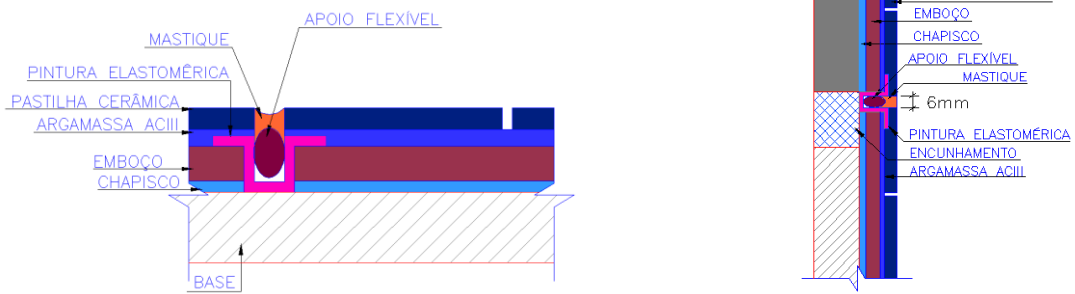


Fig. 6 – Juntas de movimentação

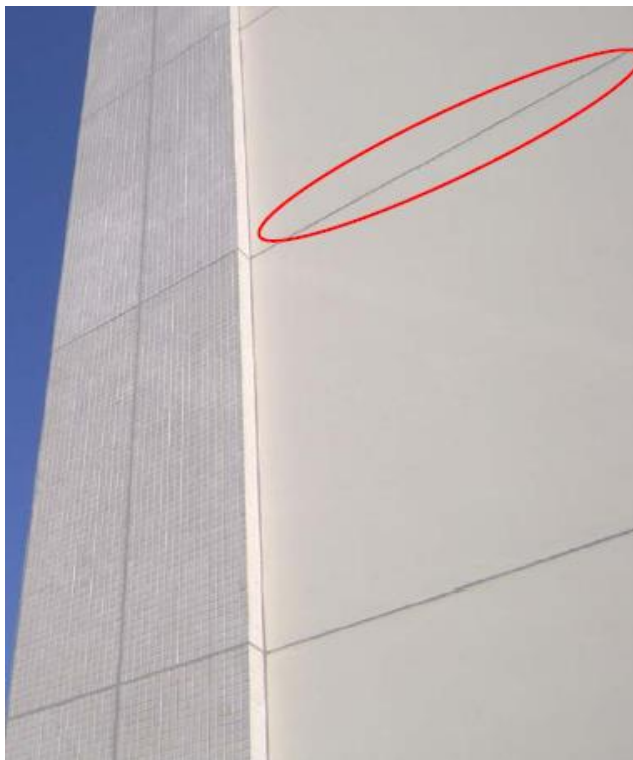


Fig. 7 – Juntas de movimentação na fachada

As juntas de trabalho são definidas como espaço regular com a função de subdividir o revestimento para aliviar as tensões provocadas pela movimentação da base ou do próprio revestimento. Elas podem ser horizontais ou verticais. Para juntas dos revestimentos de argamassa, o projeto de revestimento deve considerar o seu posicionamento, largura e material de

preenchimento. Variam de acordo com as características de deformabilidade do substrato, existência de aberturas, condições de exposições.



Fig. 8 – Execução das juntas de movimentação

De acordo com Medeiros (1999), as juntas podem ser classificadas de acordo com a tabela 6.

Juntas de Colocação	Existem entre os componentes ou peças de um revestimento modular, servem para acomodar as deformações dos painéis e possuem funções construtivas e estéticas
Juntas Estruturais	Sua principal função é absorver as movimentações do edifício como um todo. As juntas dos revestimentos sempre devem acompanhar estas juntas
Juntas de Trabalho	Utilizadas para dividir painéis de revestimentos, devendo, normalmente se prolongar até a camada de regularização da base
Juntas de Movimentação	São projeadas para absorver tensões geradas por movimentação do revestimento e/ou de sua base de suporte
Juntas de Controle	São projetadas para absorver tensões do próprio revestimento e/ou de sua base suporte
Juntas de Transição	Juntas que servem para separar as interfaces entre o revestimento e outros componentes de vedação

Tabela 6 – Classificação e tipologia das juntas de edifícios (Medeiros, 1999)

Os peitoris são detalhes que protege a fachada da ação da chuva e que precisa ser devidamente projetado. Recomenda-se que o peitoril avance na

lateral para dentro da alvenaria, ressalte do plano da fachada, pelo menos 25mm. O caimento deve ser de 7% mínimo, recomenda-se ainda a utilização de peças pré moldada ou pedras naturais com textura lisa e baixa permeabilidade à água.

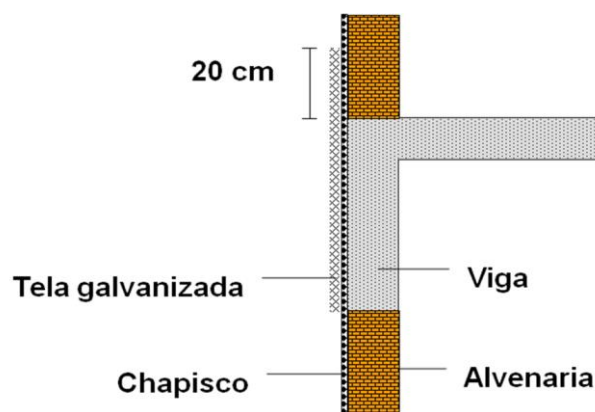
As pingadeiras são saliências ou projeções da fachada que podem ser feitas com argamassa, com pedras ou componentes cerâmicos que servem para o descolamento do fluxo de água sobre a fachada.

As quinas e os cantos também são detalhes que devem ser considerados nos projetos, pois envolvem aspectos que irão interferir nas atividades de execução do revestimento e na sua programação. Esses detalhes podem representar um ponto frágil ou de fácil penetração da água, quando não são definidos e executados corretamente.

Reforço do revestimento com tela metálica galvanizada deve ser feito nas regiões de elevadas tensões da interface alvenaria-estrutura. Essas regiões ocorrem no pavimento sobre pilotis e também nos dois ou três últimos pavimentos do edifício, em função das características de deformação da estrutura. Essa solução também é adotada no caso de revestimentos com espessuras superiores ao limite máximo recomendado por norma.



(a)



(b)

Fig. 9 (a) e (b) – Reforço do revestimento com tela

3.2. Sistemas Construtivos:

Apesar da quantidade de pesquisas sobre a técnica construtiva e o comportamento dos materiais que compõe os revestimentos de argamassa, os problemas de qualidade, produtividade e perdas persistem, a solução não é apenas em nível tecnológico. É fundamental adquirir e aplicar o conhecimento através de procedimentos de produção e treinamento de mão de obra, visando à capacitação da mão de obra na utilização das novas tecnologias e dos procedimentos de maneira adequada.

A falta de uma gestão mais efetiva do processo produtivo, a baixa racionalização, industrialização, ausência de uma visão sistêmica e dependência da habilidade e conhecimento do operário, são características que ainda predominam nas obras. Uma das soluções que vem sendo apontadas para o problema é a utilização de sistemas de produção com aplicação mecânica de argamassa, utilizadas em dois sistemas distintos, sendo os projetores com recipiente acoplado e as bombas de argamassa.



(a)



(b)

Fig. 10 (a) - Projetor com recipiente acoplado “Canequinha”

Fig. 10 (b) – Bomba de projeção

Porém, independente do sistema a ser adotado, ficou claro que a coordenação dos projetos é uma atividade complexa e necessária para integração dos diversos subsistemas, tornando-se ferramenta fundamental para o processo da produção, objetivando a redução de conflitos. Permitindo assim o planejamento e o controle do processo de produção do revestimento.

A Comunidade da Construção criada em 2002 pela indústria do cimento, vem desenvolvendo pesquisas com o objetivo de melhorar a competitividade e o desempenho dos sistemas construtivos a base de Cimento Portland que constituem a maioria das edificações existentes no Brasil. As tabelas a seguir apontam o crescimento das novas tecnologias nas diversas regiões brasileiras.

SISTEMAS CONSTRUTIVOS / ARGAMASSAS E REVESTIMENTOS							
ARGAMASSA / TIPO	NORDESTE	CENTRO OESTE	SUL	RIO DE JANEIRO	SÃO PAULO	MINAS GERAIS	MEDIA BRASILEIRA
<i>Industrializada ensacada – 2006</i>	28,00%	19,00%	33,00%	46,00%	38,00%	32,00%	32,67%
<i>Industrializada ensacada – 2007</i>	45,00%	27,00%	79,00%	69,00%	63,00%	31,00%	52,33%
<i>Industrializada ensacada – 2008</i>	49,00%	24,00%	100,00%	49,00%	36,00%	36,00%	49,00%
<i>Virada em obra - 2006</i>	67,00%	80,00%	32,00%	50,00%	35,00%	40,00%	50,67%
<i>Virada em obra - 2007</i>	55,00%	73,00%	18,00%	31,00%	37,00%	69,00%	47,17%
<i>Virada em obra - 2008</i>	47,00%	76,00%	0,00%	41,00%	27,00%	59,00%	41,67%
<i>Pré - misturada ou não utiliza - 2006</i>	5,00%	2,00%	35,00%	4,00%	27,00%	28,00%	16,83%
<i>Pré - misturada ou não utiliza - 2007</i>	0,00%	0,00%	3,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,50%
<i>Pré - misturada ou não utiliza - 2008</i>	1,00%	0,00%	0,00%	6,00%	11,00%	0,00%	3,00%
<i>Silo - 2006</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Silo - 2007</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Silo - 2008</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Dosada em central - 2006</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Dosada em central - 2007</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Dosada em central - 2008</i>	2,00%	0,00%	0,00%	4,00%	13,00%	0,00%	3,17%

Tabela 7. Utilização de argamassa no Brasil (Comunidade da Construção 2008)

3.3. Sistemas de Aplicação das Argamassas:

No sistema convencional a argamassa é confeccionada na obra ou adiciona-se água quando da utilização de argamassa industrializada, sendo transportada em carrinhos de mão ou gericas e aplicadas manualmente com colher de pedreiro.

Para o sistema convencional, as principais desvantagens são:

- ✓ Falta de homogeneidade de características do revestimento produzido;

- ✓ Carência de dosagem criteriosa das argamassas de cimento;
- ✓ Ausência de critérios de escolha dos materiais;
- ✓ Falta de controle tecnológico e de recebimento dos materiais;

Além destes inconvenientes, este sistema demanda muita mão de obra, falta de agilidade do processo na maioria dos casos, desperdício e aumento de custo, principalmente quando se utiliza argamassa virada em obra. O que requer ainda disponibilidade de espaço no canteiro de obra para armazenamento de materiais e preparo da argamassa.

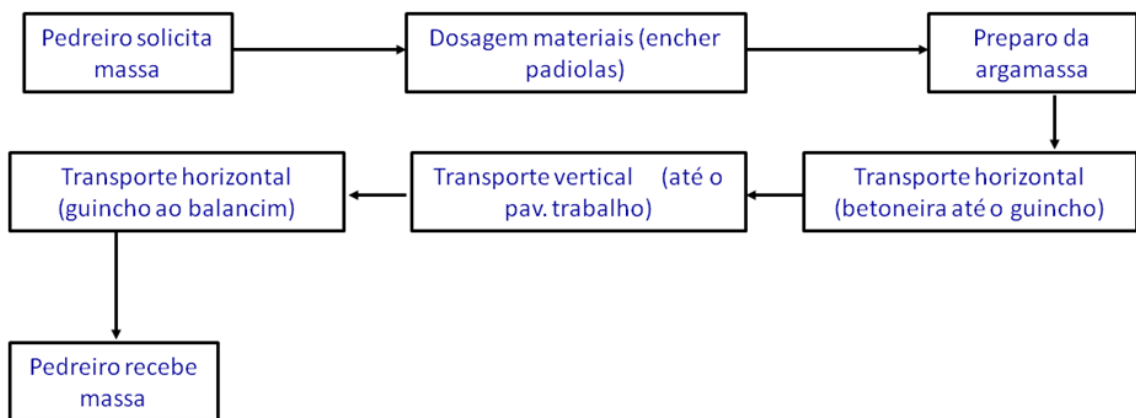


Fig. 11 – Sistema virado em obra (Precon – 2010)

Mesmo no sistema convencional com utilização de argamassa industrializada, a demanda de mão de obra ainda é relevante, porém diminui o custo com a dosagem e preparo da argamassa, além de se contar com menor controle de recebimento e produção, não necessita de central de produção, a mistura pode ser realizada no pavimento onde será aplicada, menor espaço para armazenamento do material, material com melhor controle de qualidade, pouco sujeito a variações, adicionando-se no canteiro somente a água.

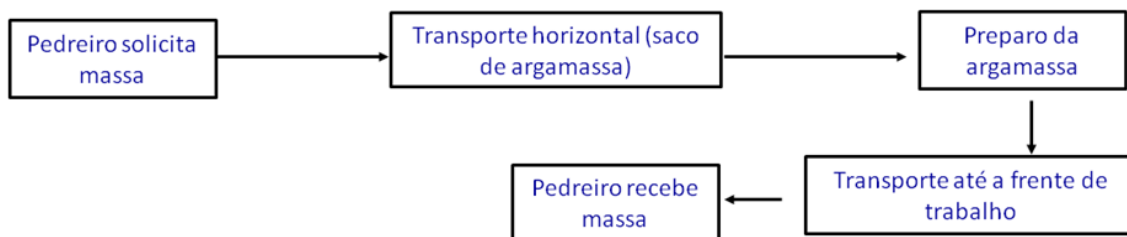


Fig. 12 – Sistema convencional com argamassa industrializada (Precon – 2010)

No sistema de aplicação mecanizada, utilizam-se normalmente argamassas industrializadas, constituídas basicamente de cimento, agregados e aditivos, adiciona-se somente a água nas proporções recomendadas pelo fabricante, que é necessária para o adequado bombeamento. Os principais equipamentos usados atualmente são os projetores com recipiente acoplado e as bombas de argamassa com misturador acoplado.

Os projetores com recipiente acoplado possuem pequenos recipientes onde se deve inserir a argamassa fresca que será projetada. Alguns desses projetores consistem em canecas furadas conectadas a um compressor. O operário enche a caneca com argamassa e ao injetar o ar comprimido, a argamassa é projetada pelos furos.

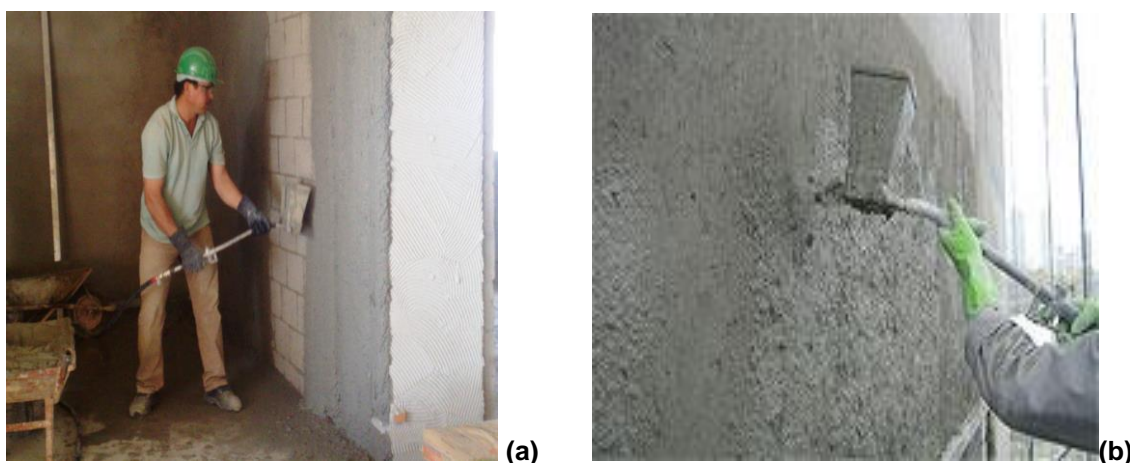


Fig. 13 (a) e (b) – Aplicação de argamassa pelo sistema da canequinha

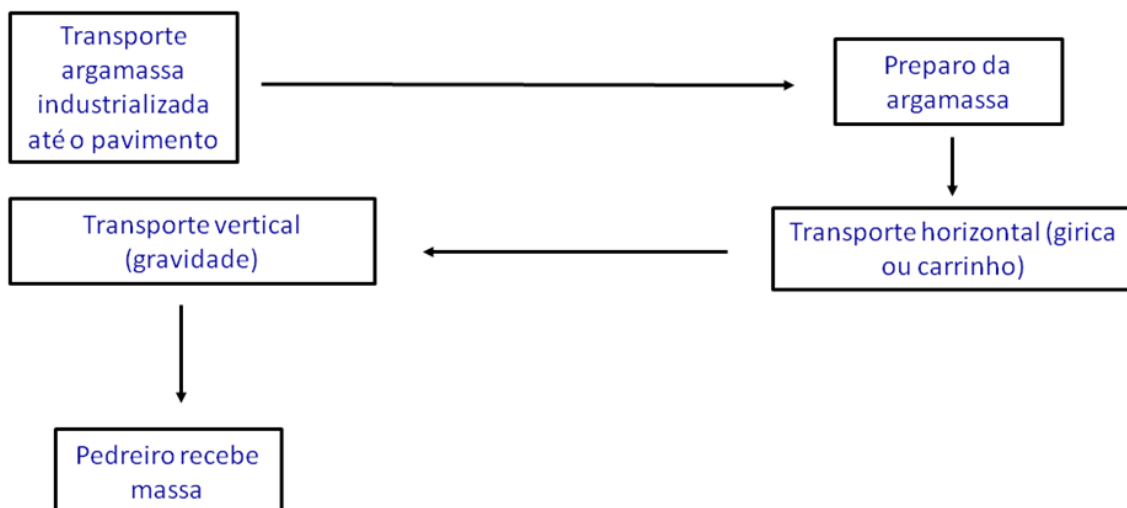


Fig. 14 – Sistema de projeção com utilização da canequinha (Precon 2010)

Nas bombas de projeção, a argamassa fresca é inserida em câmaras existentes nos equipamentos, onde será bombeada através de mangote e projetada na pistola com auxílio do ar comprimido.

Para produção do revestimento com projeção mecanizada, devem ser seguidas as seguintes etapas:

- ✓ Execução das mestras;
- ✓ Projeção mecanizada da argamassa na base de revestimento;
- ✓ Após o procedimento de projeção, executa-se o sarrafeamento inicial, com o objetivo de retirar o excesso e realizar uma regularização inicial;
- ✓ Espera-se que a argamassa inicie o processo de cura para iniciar o processo de sarrafeamento, de forma similar ao que é feito no sistema convencional;
- ✓ Após o sarrafeamento inicia-se a etapa de desempenho com utilização de uma desempenadeira de madeira;



Fig. 15 – Aplicação de argamassa com utilização de bomba de projeção

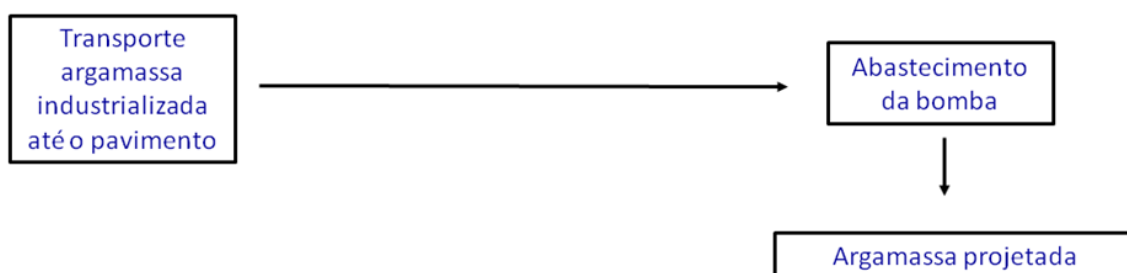


Fig. 16 – Sistema com utilização de bomba de projeção

SISTEMAS CONSTRUTIVOS / APLICAÇÃO DO REVESTIMENTO							
SISTEMA UTILIZADO	NORDESTE	CENTRO OESTE	SUL	RIO DE JANEIRO	SÃO PAULO	MINAS GERAIS	MEDIA BRASILEIRA
Manual – 2006	88,00%	98,00%	90,00%	91,00%	98,00%	72,00%	89,50%
Manual – 2007	94,00%	98,00%	84,00%	67,00%	86,00%	100,00%	88,17%
Manual – 2008	86,00%	98,00%	100,00%	63,00%	63,00%	90,00%	83,33%
Ar comprimido - 2006	5,00%	0,00%	0,00%	2,00%	2,00%	20,00%	4,83%
Ar comprimido - 2007	2,00%	2,00%	0,00%	0,00%	3,00%	0,00%	1,17%
Ar comprimido - 2008	5,00%	0,00%	0,00%	8,00%	16,00%	10,00%	6,50%
Projetada bomba – 2006	5,00%	2,00%	3,00%	0,00%	0,00%	4,00%	2,33%
Projetada bomba – 2007	3,00%	0,00%	0,00%	0,00%	11,00%	0,00%	2,33%
Projetada bomba – 2008	1,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,17%
Outros – 2006	2,00%	0,00%	7,00%	7,00%	0,00%	4,00%	3,33%
Outros – 2007	1,00%	0,00%	16,00%	33,00%	0,00%	0,00%	8,33%
Outros – 2008	7,00%	2,00%	0,00%	29,00%	22,00%	0,00%	10,00%

Tabela 8 - Sistema de aplicação do revestimento (Comunidade da Construção 2008)

De acordo com as pesquisas realizadas pela Comunidade da Construção, até 2008 o sistema de projeção teve um pequeno crescimento de utilização no Brasil, tendo um crescimento maior em São Paulo, com a utilização do sistema de projeção pelo método da canequinha.

3.4. Argamassa para projeção:

As argamassas próprias para projeção devem ter uma consistência mais fluida que as argamassas utilizadas no sistema convencional, mas sem perder a característica de plasticidade, tão importante para a adesão inicial.

Conforme estudos realizados por (Santos, 2003) a consistência se mostrou a propriedade relacionada diretamente aos mecanismos relativos às argamassas cuja finalidade é a projeção. A bombeabilidade da argamassa é definida pela consistência da mesma, consistência esta avaliada através do aparelho de Vane Test.

Em seus estudos, Santos avaliou a tensão de escoamento entre tres argamassas industrializadas de fabricantes diferentes, chegando aos resultados apresentados na tabela 4.

ARGAMASSA	LIMITES	TENSÃO DE ESCOAMENTO (KPa)
A	<i>Mínimo</i>	0,49
	<i>Máximo</i>	0,86
B	<i>Mínimo</i>	0,49
	<i>Máximo</i>	1,04
C	<i>Mínimo</i>	0,47
	<i>Máximo</i>	1,26

Tab. 9 – Limites de bombeabilidade das argamassas (Santos, 2003)

A tensão de escoamento foi o índice mensurado através do aparelho Vane Test. Assim, quanto maior for a tensão de escoamento, maior a consistência da argamassa.

Quando a consistência se apresentava abaixo dos limites mínimos da tabela 4, as argamassas apresentavam falha de adesão inicial pelo excesso de fluidez,

ao passo que se as misturas ensaiadas apresentassem resultados de consistência superiores aos limites máximos ocorreria a obstrução da argamassa no mangote e ou rotor do equipamento.

Os parâmetros mais importantes das argamassas industrializadas são o teor de água, o tempo de mistura e as características granulométricas dos agregados constituintes.

- ✓ Teor de água: Compromete a adesão inicial da argamassa ao substrato se apresentar água em excesso;
- ✓ Tempo de mistura: É importante, pois quanto maior o tempo da mistura, maior a quantidade de ar incorporado pela mistura. Além de proporcionar uma maior fluidez da argamassa sem a necessidade de adicionar grandes quantidades de água, proporciona à mistura, uma maior plasticidade;
- ✓ Características dos agregados: Influenciam diretamente na consistência das argamassas, pois quanto maior a massa unitária e menor o volume de vazios dos agregados, menor a quantidade de água requerida;

A Norma Regulamentadora Brasileira (NBR 13281), diz ainda que os sacos utilizados como embalagem de argamassa industrializada devem ter impresso de forma visível o seguinte:

- ✓ Nome do fabricante;
- ✓ Denominação normalizada do produto;
- ✓ Massa líquida do produto contida na embalagem;
- ✓ Campo de aplicação do produto;
- ✓ Composição qualitativa;
- ✓ Data de fabricação e validade do produto;
- ✓ Quantidade recomendada de água a ser incorporada ao produto;
- ✓ Processo e tempo ideal de mistura;

3.5. Aumento da qualidade e produtividade – cuidados para correta aplicação:

Maior produtividade, uniformidade e garantia de bom desempenho são algumas das características associadas às argamassas projetadas. Seja por canequinha ou por bomba, o uso correto desse método de projeção traz uma série de vantagens técnicas e operacionais para minimizar interferências humanas, melhorando a performance e agilizando as etapas de execução dos revestimentos. A projeção permite maior compactação da argamassa sobre a superfície, por lançar o material em grânulos pequenos, os quais se acomodam melhor diminuindo tanto a quantidade de defeitos na interface entre a argamassa e a superfície quanto o volume do material aplicado, minimizando o ar aprisionado na mistura. Outro ponto alto da projeção é a garantia de constância da energia de lançamento obtido pelo uso de equipamentos, dificilmente alcançada manualmente. Estas características combinadas resultam em uma resistência de aderência maior e mais uniforme.

Por todos estes benefícios, sua utilização é altamente recomendada em revestimentos internos e de fachada. Mas a simples troca da colher de pedreiro pela bomba de projeção ou pela canequinha, não garantem o resultado final do revestimento e todos os ganhos que o sistema apresenta frente à aplicação manual. Pois o bom desempenho do sistema depende de um conjunto de práticas adotadas dentro e fora do canteiro de obras, começando pela previsão de projetos de revestimentos juntamente com os demais projetos, arquitetônico, estrutural, instalações e demais projetos.

Só assim seria possível prever mudanças e adequações que facilitasse esta etapa construtiva, proporcionando ganhos ainda maiores de produção, qualidade e desempenho.

A viabilidade técnica e econômica da projeção são também consequência direta de outras condições relacionadas à obra.

Em revestimentos de fachada por exemplo, os custos devem ser avaliados levando-se em consideração o detalhamento da fachada, pois quanto mais detalhado e complicado for o desenho da fachada, maior será o tempo gasto

para realizar as etapas seguintes à da projeção, interferindo no ganho da produtividade para execução de todo o conjunto.

Vários fatores interferem na produção final, que deverão ser analisados como um todo, verificando o custo benefício para a adequada utilização do sistema.

Balancins elétricos e maiores são mais caros, porém agilizam os lançamentos por serem mais velozes e permitem melhores condições de trabalho para os operários.

Garantir o perfeito funcionamento dos equipamentos em obra, contribuem muito para o bom desempenho do sistema, pois os projetores por bombeamento exige manutenção adequada, e os problemas com entupimento dos mangotes podem ser facilmente evitados utilizando-se argamassas corretamente adequadas para este fim.

Cuidados ainda devem ser tomados por parte dos operários, no que diz a manutenção diária, como limpeza dos equipamentos, cuidado com os comprimentos máximos permitidos para as mangueiras, bem como o perfeito alinhamento das mesmas evitando dobras que podem causar entupimentos e danos aos equipamentos.

As principais premissas para adoção do sistema de revestimento com argamassa projetada. Seja ele com a utilização do sistema da canequinha ou do sistema com utilização de bomba são:

- ✓ Escasses de mão de obra no mercado da construção civil;
- ✓ Racionalização do processo de produção e transporte dentro do canteiro de obras;
- ✓ Redução da perda de materiais;
- ✓ Adequação à logística do canteiro de obras;
- ✓ Confiabilidade nos insumos (argamassa);
- ✓ Redução do prazo da obra;
- ✓ Qualidade do revestimento devido à continuidade da força de aplicação da argamassa;

3.5.1. Produtos e Equipamentos:

O sistema de projeção de argamassas, surgiu no mercado a partir de 1997, através de dois fabricantes, Consolid com o Rebo-Jet e Anvi com o Anvy Spray, tendo maior utilização pelas construtoras a apartir de 2000. Em 2006, surgiram as canecas plásticas fabricadas pela Anvy.

Vários são os produtos e equipamentos encontrados hoje no mercado, mas para o bom desempenho do sistema é necessário adotar uma logística ideal para cada obra, permitindo assim a melhor performace possível, que contribua com a melhoria da qualidade do sistema de revestimentos.

Segundo a Associação Brasileira de Argamassas Industrializadas (ABAI), são dois os sistemas existentes no mercado brasileiro, conforme descrito no item 3, sendo que o sistema com recipiente acoplado, são mais utilizados pelas construtoras de São Paulo, enquanto o sistema de projeção por bomba, tiveram uma adesão maior em Salvador, Curitiba e Brasília. A explicação para a escolha paulista é a facilidade de operação da canequinha. O treinamento é simples, os riscos de entupimento menores e não exigem argamassas especialmente fabricadas para este uso é praticamente a mesma utilizada para a aplicação manual.

É comum a argamassa composta para o revestimento externo ser usada também para o revestimento interno, porém a certa resistência quanto ao uso de projetores para revestir a área interna da obra, voltando neste caso a força do pedreiro e suas colheres. A conclusão de especialistas, no entanto, diverge desse relato, pois segundo eles a produtividade nas áreas internas seria maior com o projetor por não necessitar de logística mais sofisticada além do próprio uso do equipamento.

Segundo BARROS, (Construção e Mercado, 2010), a utilização do sistema de projeção por bomba, necessita de uma argamassa industrializada, de uma composição própria, por isso encontram resistência para utilização. “A dificuldade é que a bomba precisa de uma argamassa muito particular. É difícil produzir uma argamassa em obra que passe por esse projetor. Quando o

equipamento entope, as atividades são paralisadas. No Brasil a variação dos materiais é grande, principalmente dos agregados. Essa facilidade de adequação da argamassa para a canequinha faz com que seja mais utilizada.”

Por outro lado, a ABAI acredita que o sistema de projeção por bomba, gera mais ganhos que a projeção pelo sistema da canequinha. Para Campora, (Construção e Mercado, 2010), as bombas de argamassa são os verdadeiros projetores, já que as necessidades especiais do material fazem com que as massas sejam bem produzidas e por consequência bem projetada. “Efetivamente, há um ganho de produtividade com as bombas de argamassa, pois trata-se de um sistema de maior tecnologia. Mas por ser mais sofisticado, é mais sujeito as condições da obra.”

3.5.1.1. Tipos de equipamentos:



Fig. 17 – Projektor por spray com recipiente acoplado

Estes projetores garantem facilidade de manuseio e qualidade à aplicação da argamassa.



Fig. 18 – Bomba de projeção com misturador e compressor

Este conjunto é composto de misturador forçado e compressor de ar integrado a estrutura da bomba, próprio para projeção de argamassas.



Fig. 19 – Bomba de projeção

Este equipamento projeta e bombeia argamassa com alta produtividade. Executa chapisco, reboco, transporta argamassa para assentamento de alvenaria, 15m para cima, 60m para baixo e 40m na horizontal.



Fig. 20 – Bomba de projeção e compressor

Este equipamento projeta chapisco ou argamassa pelo sistema de canecas com ar comprimido, permitindo ainda o trabalho de vários operadores em diversos pontos da obra.

A figura 21 apresenta a configuração do sistema de projeção de acordo com palestra apresentada pela Mestre em Engenharia Civil, Heloísa Cristina Fernandes no 2º Fórum Mineiro de Revestimento em Argamassa.

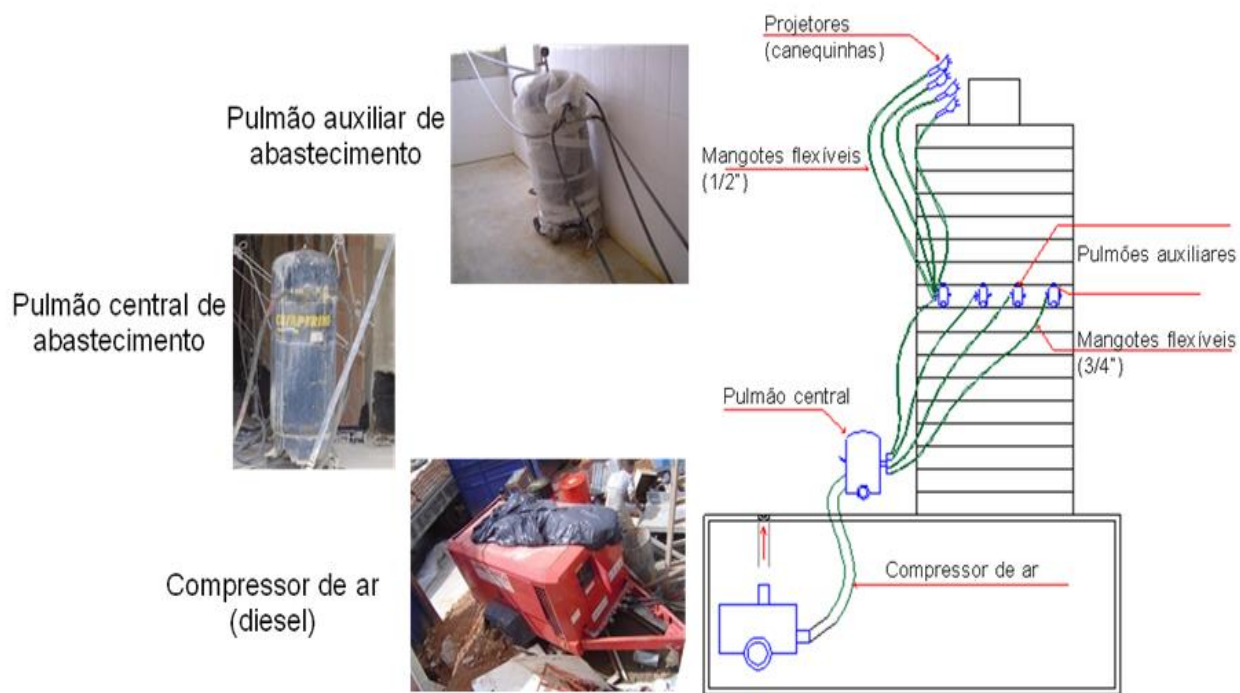


Fig. 21 – Configuração do sistema de projeção (Heloísa C. Fernandes)

4. PRINCIPAIS VANTAGENS:

Os revestimentos de argamassa tem uma representatividade muito grande no orçamento de uma obra.

Emboço mais massa única, representam 2 a 4% do orçamento da obra, sendo 79% referente à mão de obra mais equipamentos e 21% referente à material, considerados no sistema convencional, partindo para utilização do sistema de revestimento com argamassa projetada, obtém-se as seguintes vantagens:

- ✓ Aumento da produtividade;
- ✓ Uniformidade na aplicação;
- ✓ Melhoria na qualidade do revestimento;
- ✓ Redução da falta ao trabalho (Queda do absenteísmo);
- ✓ Manutenção da produtividade durante toda a jornada de trabalho;
- ✓ Proporciona uma resistência de aderência maior e mais uniforme;
- ✓ Agilidade no transporte de argamassa;

Visando atestar a qualidade e eficiência do sistema de projeção, o convênio Precon / SENAI – Unidade Paulo de Tarso, realizaram testes, conforme as normas regulamentadoras NBR 13528 (1995) e NBR 13749 (1996) que trata-se do assunto Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração e Método de ensaio / Especificação, chegando-se aos seguintes resultados conforme tabela 10.

CONSIDERANDO FACHADA	MÉDIA	DIFERENÇA
Tipo		
Aplicação manual	0,36	
Aplicação mecânica*	0,48	25 % ↑

* Intervalo de 25 a 40%

SE COMPARADO COM O PROCESSO CONVENCIONAL, O PROJETADO TEM UM INCREMENTO DE MAIS DE 25% DE ADERÊNCIA NO SUBSTRATO

Fig. 10 – Teste de aderência sistema convencional x projetado (Precon 2010)

Estudos realizados apontam alterações no comportamento mecânico dos revestimentos projetados x aplicados manualmente, segundo Duailibe et al. (2005), houve um aumento de 55% da resistência de aderência entre os dois sistemas, passando de 0,22MPa, no sistema convencional para 0,34MPa, no sistema de projeção.

Segundo Fernandes et al.(2009) o aumento foi de 58%. Passando de 0,12MPa, no sistema convencional para 0,19MPa, no sistema de projeção.

Quanto a permeabilidade do revestimento, Duailibe et al.(2005), reduziu 85% passando de 6,5min, para 12min.

O módulo de elasticidade também aumentou segundo Fernandes et al.(2009), houve um ganho de 25% , sendo 9,7GPa no sistema convencional e 12GPa, no sistema de projeção.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Durante muitos anos admitia-se que o edifício era previsto para durar indefinidamente, sem qualquer tipo de reparo. A ocorrência cada vez maior de problemas patológicos mostrou, que de fato essa idéia não correspondia à realidade. Os problemas patológicos acontecem quando o desempenho do produto ultrapassa o seu limite mínimo de desempenho desejado.

Um conceito muito associado ao desempenho de um sistema de revestimentos é a durabilidade e esta por sua vez refere-se a conservação do desempenho durante a vida útil. Que está diretamente relacionada com a resistência a ação da água, comportamento aos agentes agressivos, agentes climáticos, elasticidade e a compatibilidade mecânica e química com o substrato. Para que haja compatibilidade mecânica, o revestimento deve possuir propriedades capaz de se manter aderido ao substrato, independente dos agentes de degradação.

O sistema de revestimento em argamassa, deve ser entendido como um conjunto de subsistemas, com a finalidade não só de proteger as alvenarias, regularizar as superfícies, estancar a presença de água e gases, mas também com a finalidade de dar beleza e estética a edificação, pois constitui como elemento de acabamento final das mesmas

Com o surgimento da tecnologia em argamassa projetada, as patologias comuns observadas quando da aplicação manual, desapareceram. Nas empresas que usam esses equipamentos, o relato é que “os revestimentos não têm apresentado problemas, o potencial de ter problemas é menor, porque a argamassa é mais compactada, com maior aderência.”

As inovações tecnológicas no setor da construção civil têm como objetivo principal racionalizar e otimizar os processos construtivos. Com o advento das argamassas industrializadas, surgiu uma grande diversidade de sistemas de produção e aplicação de revestimentos de argamassa. A projeção de

argamassa permite a execução de chapisco e aplicação do emboço ou camada única, agilizando a produção dos revestimentos verticais de argamassa de cimento, permitindo a redução da mão de obra e de desperdícios, como também uma maior uniformidade de características do produto final, quando bem utilizada.

Cabe salientar que a otimização efetiva do processo só é conseguida, se houver racionalização dos outros subsistemas, principalmente as alvenarias e as estruturas de concreto, pois se a projeção mecanizada for feita em alvenarias e estruturas desaprumadas, a tendência é precisar de várias camadas de argamassa para corrigir os defeitos, reduzindo com isso a eficiência e produtividade do processo.

6. CONCLUSÃO:

O presente trabalho procurou reunir de forma genérica as questões conceituais e operacionais para execução dos revestimentos de argamassa, enfatizando as inovações tecnológicas na construção civil com a utilização de novos produtos e equipamentos.

No que tange a produtividade do sistema de aplicação mecanizado de argamassa, apresenta índices superiores ao do convencional. Este fato está relacionado com a melhor logística que o processo mecanizado exige para sua implantação, que vai desde a organização das equipes até a forma e local de estocagem da argamassa industrializada.

Os problemas de patologias registrados em obras nos últimos anos é reflexo das mudanças profundas na maneira de conceber as estruturas, com o uso de concretos de alto desempenho, estruturas esbeltas, edifícios mais altos, necessidade de vãos maiores em edifícios e etc. e isso exige muito do revestimento. Daí surgiu a necessidade de elaboração de projetos de revestimentos de fachada, o que era raro há alguns anos atrás. Hoje se tornou necessário não só a elaboração, como também um estudo mais criterioso e detalhado, com especificação adequada dos materiais e das técnicas construtivas, levando-se em consideração o desempenho do revestimento.

7. BIBLIOGRAFIA:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos; NBR 13281, Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Revestimentos de paredes e tetos em argamassa inorgânica - Terminologia; NBR 13529, Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Revestimentos de paredes e tetos em argamassa inorgânica - Classificação; NBR 13530, Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Revestimentos de paredes e tetos em argamassa inorgânica – Materiais, preparo, aplicação e manutenção; NBR 7200, Rio de Janeiro, 1998.

ALMEIDA, Fernanda Marchiori de; JÜNGLES, Antonio Edésio; PANZETER, Andrea Angela, Estudo da Evolução da Produtividade no Canteiro de Obras Sob a Ótica do Efeito Aprendizado, Congresso Latino Americano de Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios, PCC-USP, São Paulo, 1998.

ARAÚJO, Luiz Marcelo J., Revestimento em Argamassa Bombeada e Projetada, Andrade e Mendonça Engenharia Ltda, São Paulo, 2010.

ARAÚJO, Luis Otávio Cocito de; SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de, Produtividade da Mão-de-Obra na Execução de Revestimentos de Argamassa

BARROS, Mércia M.S. Bottura; MACIEL, Luciana Leone; SABBATINI, Fernando Henrique, Apostila de Recomendações para a Execução de Argamassa para Paredes de Vedação Internas e Exteriores e Tetos, São Paulo, 1998.

BAUER, Roberto José Falcão. Falhas em revestimentos, suas causas e sua prevenção. Centro Tecnológico Falcão Bauer, 1996.

BAUER, Roberto José Falcão. Casos Bauer, Patologia de Revestimento. Revista Construção. N.2274, setembro, 1991.

BASTOS, Pedro K. Xavier, Importancia da Deformabilidade das argamassas de Revestiemento para o Desempenho de Edificações – Universidade Federal de Juiz de Fora – Palestra apresentada no 2º Fórum Mineiro de Revestimento em Argamassa, 2010

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, 1998, 189p.

CINCOTTO, Maria Alba. Patologia das argamassas de Revestimento: análise e recomendações. São Paulo, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1983. (Série Monografias 8)p.

CARVALHO JR, Antonio Neves. Notas de aula - Técnicas de Revestimento – Módulo 1 – Argamassas, Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Belo Horizonte/MG, 2010.

CARVALHO JR, Antonio Neves. Notas de aula, Técnicas de Revestimento – Módulo 2 – Revestimentos Cerâmicos e Rochas Ornamentais, Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Belo Horizonte/MG, 2010.

Comunidade da Construção, Caderno Analítico de Normas, Sistemas Construtivos 4 - Argamassas, São Paulo, 2006.

Comunidade da Construção, Pesquisa de Nivel Tecnológico, São Paulo, 2008.

FERNANDES, Heloísa Cristina, Estimativa da Energia de Lançamento das Argamassas Projetadas por Spray a Ar Comprimido, Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2007, 109p.

FIORITO, Antonio J.S.I., Manual de Argamassas e Revestimentos: Estudos e Procedimentos de Execução, São Paulo, PINI, 1994.

FILHO, Valdir Bispo de Oliveira, Logística Operacional para Execução de Revestimento de Fachadas de Edifícios em Argamassa, Monografia de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2006.

Mini Forum Precon, Sistema de Revestimentos, Belo Horizonte/MG, 2010.

NASCIMENTO, Otávio Luiz, Estudo de Bases para Pintura em Fachada, Palestra apresentada no 1º Fórum Mineiro de Revestimento em Argamassa, Belo Horizonte, 2009.

Pileggi, Rafael G., Reologia de Argamassas de Revestimento, Universidade de São Paulo, Consitra, 2010.

Recomendações Técnicas Habitar, volume 1 – Revestimentos de Argamassas: Boas Práticas em Projeto, Execução e Avaliação, Porto Alegre – RS: ANTAC, 2005.