

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Escola de Engenharia**  
**Curso de Especialização: Produção e Gestão do Ambiente**  
**Construído**  
**Marianna Gabriella Mansur Garrides**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O SISTEMA  
MANUAL E O SISTEMA DE PROJEÇÃO MECÂNICA  
DE ARGAMASSA**

**Belo Horizonte,  
2016**

G241e Garrides, Marianna Gabriella Mansur.  
Estudo comparativo entre o sistema manual e o sistema de projeção  
mecânica de argamassa [manuscrito] / Marianna Gabriella Mansur  
Garrides. -  
2017.  
42 f., enc.: il.

Orientador: Antônio Neves de Carvalho Júnior.

“Monografia apresentada ao Curso de Especialização em  
Produção e Gestão do Ambiente Construído da Escola de  
Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais”

Bibliografia: f. 41-42.

1. Construção civil. 2. Materiais de construção. 3. Argamassa.  
4. Revestimentos. I. Carvalho Júnior, Antônio Neves de. II. Universidade  
Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.

CDU:

691

**MARIANNA GABRIELLA MANSUR GARRIDES**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O SISTEMA  
MANUAL E O SISTEMA DE PROJEÇÃO MECÂNICA  
DE ARGAMASSA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização: Produção e Gestão do Ambiente Construído do Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

**Orientador:** Antônio Neves de Carvalho Júnior

**Belo Horizonte,  
2016**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao orientador Professor Antônio Neves de Carvalho Júnior, ao corpo docente, funcionários e colegas do Curso de Especialização Produção e Gestão do Ambiente Construído. Todo o conhecimento repartido e dificuldades enfrentadas, serviu para que pudesse evoluir como profissional e pessoa.

Agradeço a todos os profissionais que puderam contribuir em minha formação e acreditaram que eu pudesse alcançar meu objetivo.

À Deus, familiares, amigos e namorado, dedico essa nova etapa vencida.

## RESUMO

*Com o desenvolvimento da construção civil e a busca constante pela diminuição dos custos e prazos, surgem os estudos de viabilidade quanto ao uso de equipamentos e métodos executivos buscando diminuir esses números e obter um produto competitivo. O uso de projeções de argamassa para revestimento de argamassa interno e externo são alvo de estudo e comparação para utilização em obras residenciais de elevado número de unidades. Este estudo tem como objetivo comparar os métodos de revestimento de argamassa, sendo manual e mecânico, visando a evidenciar as vantagens de cada sistema. Foi estudado uma obra residencial de 384 unidades distribuídas em 09 blocos, comparando dados de produtividades dos sistemas e analisando quanto a composição unitária dos serviços, sendo: materiais, equipamentos e mão de obra. Após a análise dos dados, pode-se verificar vantagem no sistema de projeção mecanizada, sendo essa vantagem evidenciada no custo e prazo de execução.*

**Palavras-chave:** revestimento de argamassa; argamassa projetada; construção civil.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Camadas de revestimento de argamassa em vedação vertical: emboço e reboco; massa única .....	14
Figura 02 - Detalhe peitoril .....	20
Figura 03 - Misturador contínuo .....	23
Figura 04 - Esquema ilustrativo de um equipamento de mistura e projeção.....	25
Figura 05 - Empreendimento analisado .....	28
Figura 06 - Composição do traço rodado em obra .....	29
Figura 07 - Custo do m <sup>2</sup> executado Argamassa Manual .....	29
Figura 08 - Custo do m <sup>2</sup> executado Argamassa Projetado .....	30
Figura 09 - Custo no m <sup>2</sup> para mão de obra no sistema manual .....	31
Figura 10 - Custo no m <sup>2</sup> para mão de obra no sistema projetado .....	33
Figura 11 - Custo no m <sup>2</sup> para equipamentos no sistema manual .....	35
Figura 12 - Custo no m <sup>2</sup> para equipamentos no sistema projetado .....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Classificação dos revestimentos em argamassa .....	13
Tabela 02 - Espessuras admissíveis de revestimentos interno e externo .....	20
Tabela 03 - Fluxograma de definições para utilização de argamassa projetada .....	22
Tabela 04 - Produtividade por tipo de serviço .....	30
Tabela 05 - Equipamentos utilizados para execução de reboco .....	34
Tabela 06 - Comparativo de custos por tipo de reboco .....	36
Tabela 07 - Comparativo de prazos .....	37
Tabela 08 - Comparativo sistema projetado revestimento interno .....	38
Tabela 09 - Comparativo sistema projetado revestimento externo .....	39

# SUMÁRIO

<b>Introdução .....</b>	<b>08</b>
<b>Capítulo 1: Revestimento em argamassa</b>	<b>10</b>
1.1 Definição	10
1.2 Funções	10
1.3 Propriedades da Argamassa	11
1.3.1 Capacidade de aderência	11
1.3.2 Consistência	11
1.3.3 Trabalhabilidade	12
1.3.4 Plasticidade	12
1.3.5 Retenção de água	12
1.4 Classificação e característica dos revestimento e camadas	13
1.4.1 Bases	14
1.4.2 Chapisco	15
1.4.3 Emboço	15
1.4.4 Reboco	15
1.4.5 Camada única	15
<b>Capítulo 2: Argamassa projetada</b>	<b>16</b>
2.1 Diretrizes de projeto	16
2.1.1 Tipos de argamassas	17
2.1.2 Espessuras recomendadas	19
2.1.3 Detalhes construtivos	19
2.2 Sistemas construtivos	21
2.3 Produtividade e qualidade	21
2.4 Equipamentos e ferramentas	23
2.5 Logística e organização do canteiro de obras	25

<b>Capítulo 3: Estudo de caso</b>	27
3.1. Apresentação de dados	27
3.2 Metodologia de obtenção dos dados	28
3.3 Resultados obtidos e análise dos dados	28
3.3.1 Materiais	29
3.3.2 Mão de obra	30
3.3.3 Equipamentos	34
3.3.4 Prazos de execução	37
<b>Considerações finais</b> .....	38
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	40

## INTRODUÇÃO

Com o crescimento do setor da Construção Civil e a necessidade de ganho de prazos nos cronogramas de obras, surge a necessidade da mão de obra qualificada e a busca por novas tecnologias afim de racionalizar as etapas de obras e consequentemente minimizar os custos.

Diante deste fato, os construtores buscam apoio em tecnologias, seja em insumos e também em serviços que diminuam etapas construtivas de forma a industrializar os canteiros de obras, como é o caso da argamassa projetada mecanicamente, tema que será abordado nesse trabalho.

A Argamassa está entre os insumos mais antigos da construção civil, sendo largamente utilizada em fachadas de edifícios, contribuindo para estanqueidade e regularização da base para recebimento da camada de revestimento final (LEMOS, 2010), sendo pintura ou aplicação de revestimentos decorativos. A aderência do revestimento argamassado, depende da combinação entre o comportamento reológico da argamassa e a força com que foi lançada à base durante sua aplicação, sendo assim, a implementação da técnica de aplicar argamassa com utilização de projetores vem ganhando forças quando comparado ao serviço manual tradicionalmente usado (LEMOS, 2010).

A mecanização da projeção de argamassa, é comum em diversos países desenvolvidos e citada como a solução mais adequada para alcançar elevado desempenho na execução de revestimentos, garantindo custos e prazos bem controlados, além da garantia da qualidade final do serviço (LORDSLEEM JUNIOR; MORAIS, 2015). A projeção, pode ser encontrada em algumas formas, sendo elas: pequenos projetores com recipientes acoplados, bombas de projeção e bombas de projeção com misturador integrado (CRESCENCIO *et al.*, 2000).

Este trabalho tem como objetivo principal comparar características dos sistemas de projeção de argamassa, bem como expor as tecnologias existentes e a importância deste sistema de revestimento, destacando os fatores que determinam a escolha do método de projeção. Serão abordadas propriedades determinantes na escolha do método de aplicação, sendo elas a facilidade de produção, manuseio, transporte, compatibilidade com outros subsistemas, custo, prazos, dentre outros aspectos.

Serão tratadas as propriedades deste tipo de revestimento de forma a compreender o desempenho esperado, analisando quanto à qualidade, trabalhabilidade, aderência, capacidade de deformação e resistência mecânica. De posse de embasamento teórico, expor conceitos de racionalização e padronização da produção, citando o melhor sistema com as devidas considerações e especificidade para cada obra, destacando as vantagens e desvantagens de cada sistema de projeção.

# **CAPÍTULO 1:**

## **REVESTIMENTO EM ARGAMASSA**

### **1.1 Definição**

De acordo com a Norma Brasileira Regulamentadora NBR 7.200:1.998, “argamassa inorgânica é uma mistura homogênea de agregado (s) miúdo (s), aglomerante (s) inorgânico (s) e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento” (ABNT, 1998). Complementando, essa mistura possibilita aplicações diversas quando há coesão entre os grãos, possibilitando aplicações diversas (Carvalho Jr, 2010). Ainda pode-se dizer que o revestimento de argamassa é o cobrimento de uma superfície com camada (s) superpostas de argamassa, apta a receber acabamento decorativo ou constituir-se em acabamento final, segundo NBR 13.529/1.995.

Os revestimentos em argamassa podem ser classificados em camada única, ou por chapisco, emboço e reboco (ABNT, 1.996). O emboço pode ter o acabamento sarrafeado, ou seja, irá receber aplicação posterior de reboco; desempenado ou sarrafeado, quando o revestimento posterior for aplicação de placas cerâmicas; ou desempenado, camurçado ou chapiscado, quando o emboço constituir-se em única camada de revestimento (ABNT, 1.996). O reboco por sua vez, pode ser executado com os acabamentos: desempenado, camurçado, raspado, chapiscado, lavado ou tratado com produtos químicos e imitação travertina (ABNT, 1.996).

### **1.2 Funções**

As argamassas empregadas em revestimentos devem satisfazer as condições: ser compatível com o acabamento e as condições de exposição previstas; ter resistência mecânica compatível com o acabamento decorativo selecionado; quando coloridas, o pigmento empregado deve resistir à ação da radiação ultravioleta e à alcalinidade das argamassas (ABNT, 1.996).

Segundo Sabbatini *et al.* (1998), as importantes funções do revestimento de argamassa, são genericamente definidas como:

- Proteger a estrutura e as vedações contra ações de agentes agressivos, evitando a degradação precoce de elementos, prolongando a durabilidade e reduzindo os custos de manutenções em edifícios.
- Quanto ao conforto do usuário, auxiliar a vedação no isolamento termo acústico e a estanqueidade à água e aos gases;
- Regularizar a superfície dos elementos de vedação, servindo de base regular e adequada ao recebimento de outros revestimentos ou constituir-se no acabamento final.

### **1.3 Propriedades da Argamassa**

Para que o revestimento em argamassa possa atender às suas funções de forma satisfatória, algumas propriedades específicas, tornam-se essenciais, sendo elas:

#### **1.3.1 Capacidade de aderência**

Conceitua-se como a propriedade que possibilita a camada de revestimento resistir às tensões normais e tangenciais atuantes na interface com a base (ABCP, 2002). Entretanto, a NBR 13.528 (2010), opõe dizendo que "a aderência não é uma propriedade da argamassa, sendo a interação entre as camadas constituintes do sistema de revestimento que se pretende avaliar (base, preparo da base e revestimento)". Para Sabbatini *et al.* (1998), a aderência depende diretamente: das propriedades da argamassa no estado fresco; dos procedimentos de execução do revestimento; da natureza e características da base e da sua limpeza superficial. A resistência de aderência pode ser medida através do ensaio de arrancamento por tração (Sabbatini *et al.*, 1998).

#### **1.3.2 Consistência**

A consistência irá determinar a maior ou menor fluidez pois, essa propriedade está relacionada com a capacidade da mistura em resistir ao escoamento (FERREIRA, 2010). A consistência define como a argamassa resiste as tensões, estando diretamente relacionada com a trabalhabilidade e a quantidade de água, sendo a quantidade determinante nas características do revestimento final, podendo

alterar a resistência de aderência, permeabilidade à água e a capacidade de absorver possíveis deformações (FERREIRA, 2010).

### **1.3.3 Trabalhabilidade**

É a propriedade que determina a facilidade com que poderão ser misturadas, transportadas, aplicadas e finalizadas, em condição homogênea, ou seja, uma argamassa trabalhável, proporciona ao operário que prepara e aplica uma boa produtividade, garantindo um revestimento adequado e aderido à base (FERREIRA, 2010). Segundo Bolorino e Cincotto (1997), trabalhabilidade é uma propriedade complexa, resultante da somatória de diversas outras propriedades, sendo elas: consistência, plasticidade, retenção de água, coesão interna, tixotropia, adesão inicial, massa específica e retenção de consistência.

A consistência pode ser afetada, quanto à influência do agregado, à medida em que decresce o módulo de finura do agregado, trabalhabilidade é alterada positivamente, ou seja, mantém-se a continuidade da granulometria e decresce o teor de grãos angulosos (NASCIMENTO, 2008).

### **1.3.4 Plasticidade**

É definida com a característica que torna as partículas deslizantes e de fácil espalhamento, sem separação da água ou segregação do material sólido da mistura (FERREIRA, 2010). Segundo Guimarães (2002), a plasticidade de um sistema é a expressão da possibilidade de uma pequena força externa causar o deslocamento de partículas em relação às outras, sem saírem de suas esferas de atração.

### **1.3.5 Retenção de água**

Segundo Ferreira (2010), a retenção de água pode ser definida com a capacidade da argamassa em estado fresco, manter sua consistência ou trabalhabilidade quando sujeita a solicitações que provoquem a perda de água de amassamento, seja por evaporação, sucção ou absorção de componente.

A retenção de água, garantirá que as reações de endurecimento da argamassa se tornem mais gradativas, promovendo a hidratação do cimento e conseqüentemente o ganho da resistência (SABBATINI *et al.*, 1998). Quando a argamassa não retém

adequadamente a água, além dessa não manter plástica no período de manuseio, terá menor resistência quando endurecida. O aumento da capacidade de retenção de água pode ser obtido com aditivos, a base de celulose ou incorporadores de ar (FERREIRA, 2010).

#### 1.4 Classificação e característica dos revestimentos e camadas

O revestimento de argamassa pode ser classificado com vedação, sendo ela horizontal ou vertical, interno ou externo, aderente e monolítico, podendo ser encontrado em camada única (massa única), ou em duas camadas, denominadas: emboço e reboco (LAPA, 2011). O revestimento deve apresentar um conjunto de características conforme a função que irá desempenhar, podendo ser aplicadas em diversas situações, conforme tabela 1 (SABBATINI *et al.*, 1998).

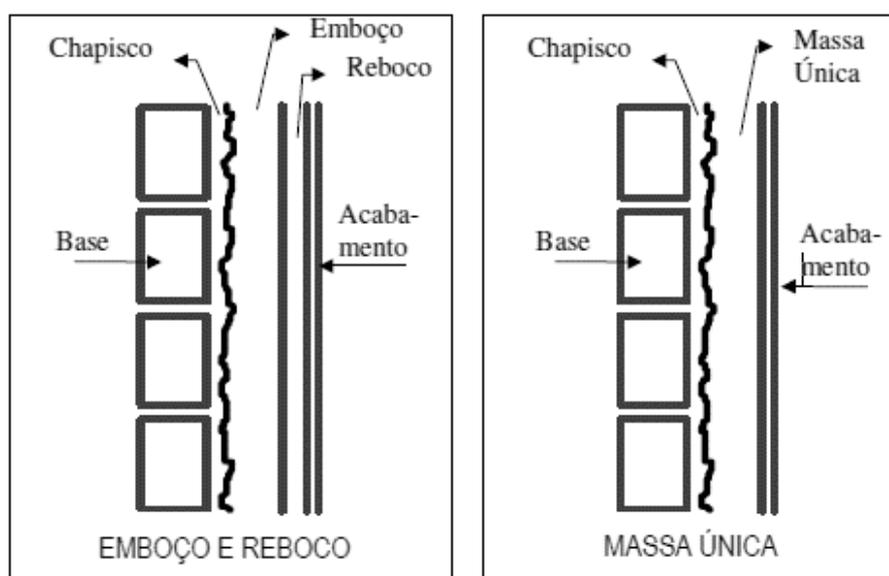
**Tabela 1** - Classificação dos revestimentos em argamassa

<b>Critério de Classificação</b>	<b>Tipo</b>
Tipo de vedação a revestir	Vedação horizontal inferior Vedação horizontal superior Vedação vertical
Ambiente de exposição	Internos: áreas secas ou molhadas Exteriores (fachadas)
Mecanismos de fixação à base	Aderentes Fixados por dispositivos Não aderentes
Continuidade	Monolíticos ou contínuos Modulares

**Fonte:** SABBATINI *et al.*, 1998

Os revestimentos constituídos por duas camadas, sendo elas, emboço e reboco, cada uma desempenha funções específicas, sendo o emboço a camada de regularização da base e o reboco, a camada de acabamento (NASCIMENTO, 2008). Nos revestimentos de massa única, a monocamada cumpre ambas a funções de regularização e acabamento, sendo cada uma delas constituída por argamassas com propriedades específicas para atendimento de suas funções (NASCIMENTO, 2008).

A figura 1, demonstra o revestimento da vedação vertical do tipo emboço e reboco e do tipo massa única. Esses dois tipos de revestimentos podem ser aplicados sobre uma camada de preparo de base, denominada chapisco, após o tempo de cura, receber a massa única, posteriormente a camada de acabamento decorativo (SABBATINI *et al.*, 1998):



**Figura 1** - Camadas de revestimento de argamassa em vedação vertical: emboço e reboco; massa única. **Fonte:** SABBATINI *et al.*, 1998

#### 1.4.1 Bases

Os substratos dos revestimentos de argamassa, geralmente em edificações são compostos por estrutura de concreto armado e fechamento em alvenaria de vedação, também pode-se encontrar a alvenaria autoportante, sendo estrutura e vedação em uma única tipologia. Independente do sistema apresentado, é constituída por componentes que são tijolos ou blocos, podendo ser cerâmicos, de concreto, de concreto celular ou sílico-calcários, apresentando características próprias que influenciarão no comportamento da alvenaria como um todo (NASCIMENTO, 2008).

As camadas dos substratos interferem significativamente nas propriedades do revestimento de argamassa (a absorção de água, a porosidade e a rugosidade da base) e devem ser consideradas desde o momento de definição, pois suas características influenciarão diretamente na aderência (NASCIMENTO, 2008).

### **1.4.2 Chapisco**

Segundo Lemos (2010), Chapisco pode ser considerado uma camada de preparo da base, com objetivo de promover a aderência da primeira camada de argamassa à base, tendo também como função de uniformizar a absorção de diferentes bases justapostas (alvenaria e estrutura). Constituída pela mistura de cimento, areia e aditivos, aplicada de forma contínua ou descontínua (ABCP, 2002). Lemos (2010), recomenda chapiscar as alvenarias externas e estruturas de concreto, mas a decisão de chapiscar ou não as alvenarias internas, deve ser tomada na fase de projetos, aliado a realização de ensaios e apreciação de resultados. Entretanto, indica-se realização de cura úmida com objetivo de evitar a evaporação prematura de água, causando perda de resistência de aderência, principalmente em regiões secas e quente (LEMOS, 2010).

### **1.4.3 Emboço**

Camada de revestimento executada para cobrimento e regularização da superfície da base, sendo posterior ao chapisco (quando executado), propiciando uma superfície que permita receber outra camada de revestimento (reboco ou elemento decorativo), ou que se constitua no acabamento final (ABPC, 2002). O emboço pode ser considerado a camada mais importante por desempenhar a função complementar das vedações, principalmente no que se refere a estanqueidade e resistência ao fogo, sua espessura pode variar entre 1,5 cm e 2,5 cm (LEMOS, 2010).

### **1.4.4 Reboco**

Executada para cobrimento do emboço, propiciando uma superfície que permita recebimento de revestimento decorativo ou que se constitua no acabamento final (ABCP, 2002).

### **1.4.5 Camada única**

Revestimento de um único tipo de argamassa aplicado à base, sobre a qual será aplicada a camada decorativa, também popularmente conhecido com "massa única" ou "reboco paulista", é atualmente a alternativa mais empregada no Brasil, segundo Borges (2010).

## **CAPÍTULO 2: ARGAMASSA PROJETADA**

### **2.1. Diretrizes do projeto**

A elaboração do projeto de revestimento é fundamental para obtenção de bons resultados na produção do revestimento e no seu desempenho, proporcionando aumento na qualidade e produtividade dos serviços, reduzindo falhas, desperdícios e conseqüentemente os custos.

O projeto do revestimento de argamassa deve apresentar informações relativas às características e necessidades do produto, de forma a otimizar a produção com a qualidade satisfatória. É fundamental que algumas definições sejam feitas: tipo de revestimento; número de camadas; espessuras; detalhes arquitetônicos e construtivos; técnicas de execução e o padrão de qualidade a ser adotado (SABBATINI, 1998); procedimento de execução e controle, bem como diretrizes de manutenção (LEMOS, 2010).

As definições devem ser elaboradas com base em parâmetros tecnológicos, considerando as exigências do revestimento frente às diferentes condições de exposição, características da base de aplicação, as condições de produção, controle da argamassa e do revestimento, custo, planejamento e controle da produção (LEMOS, 2010), qualidade, além das especificidades de cada projeto. Devem ser definidas a logística do canteiro de obras, equipe de produção, ferramentas, equipamentos, entre outras definições que surgem ao longo do processo.

O projeto de revestimento deve ser iniciado no período de compatibilização dos demais projetos, de modo que as decisões tomadas ainda em fase de concepção dos projetos não prejudiquem o desempenho dos revestimentos das fachadas, eliminando etapas de reajustes e revisões de projetos já em fase de execução.

De acordo com a NBR 7200:1998, na elaboração do projeto para execução do sistema de revestimento em argamassa, devem constar pelo menos:

- Tipo (s) de argamassa e respectivos parâmetros para definição dos traços;
- Número de camadas;
- Espessura de cada camada;
- Acabamento superficial;

- Tipo de revestimento decorativo

Portanto, para o desenvolvimento do projeto de revestimentos, deve-se atentar a diversos procedimentos e análises, levando em consideração condições higrotérmicas, acústicas, tipos de acabamentos, insumos disponíveis, qualidade da mão de obra, planejamento global da obra (custos e prazos) e análise dos esforços solicitantes dos revestimentos. Toda essa análise, resultará em um projeto de qualidade, com especificações dos materiais, técnicas construtivas, boa definição das camadas e detalhes construtivos.

### **2.1.1. Tipos de argamassas**

Na projeção da argamassa, devem ser observados alguns detalhes especiais inerentes ao método, tais que não provoque problemas no bombeamento (entupimentos) e na projeção (reflexão elevada, deslocamento).

Segundo Crescêncio *et al.* (2000), a consistência das argamassas deve ser tal que permita a passagem da argamassa pela bomba e pelo mangote, proporcionando boa aderência com o substrato. Reforça que a água adicionada em quantidade excessiva, além de causar maior reflexão, existirá a tendência do escorrimento da argamassa, podendo também ocorrer o deslocamento e ainda dificultar o sarrafeamento e possível perda da argamassa nessa fase.

Entretanto, a adição de pouca água gera dificuldades no bombeamento e desempenho, além de eventual entupimento (CRESCÊNCIO, 2000).

De acordo a NBR 13281 (2005), sendo a argamassa da projeção a industrializada, deve-se seguir alguns critérios:

- a) nome do fabricante e marca do produto;
- b) designação do produto;
- c) massa líquida de produto contida na embalagem, (em quilogramas);
- d) indicação do tipo de argamassa (por exemplo: revestimento interno, revestimento externo, assentamento de alvenaria de vedação, assentamento de unidade de concreto celular etc.)

- e) composição qualitativa e quantidade de água a ser incorporada ao produto, expressa em litros;
- f) data de fabricação e validade do produto;
- g) tempo de mistura e maturação, conforme ABNT NBR 13276;
- h) instruções e cuidados necessários para o manuseio e aplicação do produto;
- i) informações sobre as condições de armazenamento do produto;
- j) tempo de utilização do produto

Para complementar, o Manual de Boas Práticas do Programa de Tecnologia de Habitação (HABITARE) (Ceotto, 2005), recomenda alguns critérios que deve ser observados quando da utilização de argamassas industrializadas: apresentação do fabricante à construtora uma ficha técnica do sistema base/chapisco/argamassa contendo todos os valores das propriedades solicitadas pelo projetista, atestando que o sistema atende às especificações previstas no projeto e que tenha condições de manter essas propriedades ao longo de todo o fornecimento. A ficha, deve apresentar as seguintes informações:

- a) tempo e forma de mistura: manual ou mecânica, argamassadeira de eixo contínuo ou de pás;
- b) relação entre água e materiais secos a ser observada na preparação da argamassa para aplicação;
- c) forma de aplicação;
- d) espessura máxima das camadas;
- e) espessura máxima sem reforço;
- f) número máximo de camadas sem reforço;
- g) remistura;
- h) adição de outras substâncias; e
- i) reaproveitamento e descarte da argamassa.

Os parâmetros mais importantes das argamassas industrializadas são o teor de água, o tempo de mistura e as características granulométricas dos agregados constituintes (LEMOS, 2010). E complementando, Sabbatini *et al.* (1998), citam os efeitos que proporcionam no canteiro de obras como: a redução da ocupação e interferência com transporte vertical dos outros materiais (quando produzida no

pavimento); diminuição das áreas de estocagem e facilidade de controle e estoque em sacos de argamassa (eliminando o estoque de insumos: areia, cimento, aditivos).

### 2.1.2. Espessuras recomendadas

Segundo a NBR 13749/1996, a espessura dos revestimentos externos e internos devem seguir os parâmetros da tabela 2, quando houver necessidade de empregar um revestimento com espessura superior, devem ser adotados cuidados especiais de forma a garantir a aderência do revestimento.

**Tabela 2** - Espessuras admissíveis de revestimentos interno e externo

<b>Revestimento</b>	<b>Espessura</b>
Parede interna	$5 \text{ mm} \leq e \leq 20 \text{ mm}$
Parede externa	$20 \text{ mm} \leq e \leq 30 \text{ mm}$
Tetos interno e externo	$e \leq 20 \text{ mm}$

**Fonte:** NBR 13.749/1996

Em casos que as espessuras admissíveis sejam excedidas, devem ser adotadas soluções que garantam a aderência suficiente (SABBATINI *et al.*, 1998). Também devem ser respeitados os intervalos de 16 horas, no mínimo, entre as camadas, nos revestimentos de 3 a 5 cm, que necessitam de duas demãos, também verificar quanto ao uso de telas metálicas no revestimento (SABBATINI *et al.*, 1998).

### 2.1.3. Detalhes construtivos

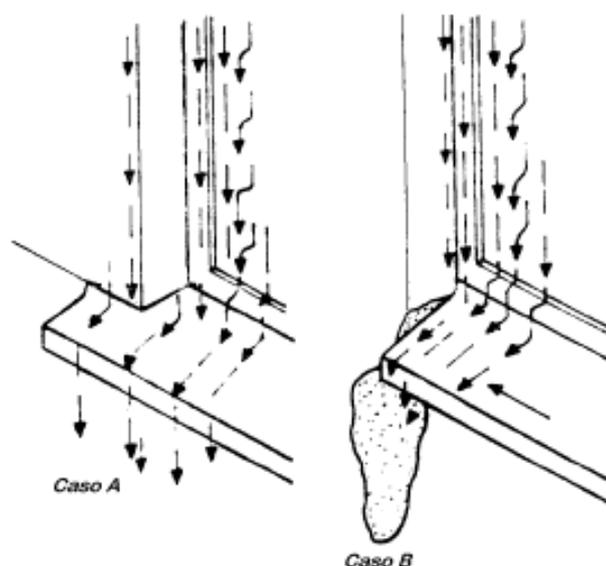
Os detalhes construtivos irão promover a dissipação das tensões do revestimento advindas das retrações termo-higroscópicas, movimentação estruturais (PEREIRA JUNIOR, 2010). Os detalhes construtivos irão contribuir para o melhor desempenho do revestimento de argamassa, podendo ser destacados como: juntas de trabalho, peitoris, pingadeiras, quinas e cantos, entre outros (LEMOS, 2010).

As juntas de trabalho são definidas como espaçamento regular e tem função de subdividir o revestimento e aliviar as tensões provocadas pelas movimentações da base ou do próprio revestimento (LEMOS, 2010). Sendo horizontais ou verticais, deverão constar no projeto de revestimento, incluindo posicionamento, largura e

material para preenchimento, variando de acordo com as características de deformabilidade do substrato, condições de exposições, etc. (LEMOS, 2010).

As juntas devem ser localizadas, preferencialmente no encontro das alvenarias com estruturas, ou encontro de dois tipos de revestimentos, nos peitoris ou topos de janelas, acompanhando as juntas de trabalho do substrato e também as estruturais (SABBATINI, 1998).

O peitoril é denominado detalhe construtivo de fachada que irá protegê-la da ação da chuva, entretanto deve ser projetado afim de evitar deposição de poeira, manchas de umidade com cultura de micro-organismos. Recomenda-se a fixação lateral penetrando na alvenaria, afim de evitar o fluxo de água nas laterais, provocando as manchas de umidade e sujeira na fachada (SABBATINI *et al.*, 1998). Conforme indicado na figura 2, o caso A exemplifica a recomendação de fixação correta.



**Figura 2** - Detalhe peitoril.  
**Fonte:** Sabbatini *et al.*, 1998

As denominadas pingadeiras, são saliências ou projeções da fachada que podem ser executadas com argamassa, pedras, componentes cerâmicos, dentre outros tipos e que servem para descolamento do fluxo de água sobre a fachada (SABBATINI *et al.*, 1998). A execução dependerá no tipo elemento que a constituirá, podendo ser fixadas ao revestimento, já concluído, ou sobre o tardo dos componentes cerâmicos. Essa faixa deve se projetar, no mínimo, 20mm da superfície

do revestimento e, associado à junta de trabalho na face inferior (SABBATINI *et al.*, 1998).

## **2.2. Sistemas construtivos**

Independente do sistema a ser adotado, a execução do revestimento de argamassa e sua performance quanto à resistência de aderência ao substrato, está ligada à realização de algumas etapas de tratamento prévio, utilizando de técnicas apropriadas, visando a melhoria das condições de aderência do revestimento, principalmente criando uma superfície de rugosidade apropriada à capacidade de absorção inicial da base. Sendo assim, Ferreira (2010), cita algumas recomendações para o preparo da base:

- Remoção de resíduos utilizando água pressurizada, como: materiais pulverulentos, graxas, óleos, desmoldantes;
- Remoção de resíduos metálicos, como: pregos, fios, barras de aço, etc.;
- Remoção de excessos de argamassas de assentamento e encunhamento, rebarbas de concretos, etc.;
- Regularização da base ou substrato com preenchimento dos furos, rasgos, depressões, dentre outros orifícios;
- Lavagem e pré umedecimento;

## **2.3. Produtividade e qualidade**

A Produtividade pode ser definida com a eficiência em transformar esforços em produtos, ou seja, transformação de entradas em resultados (SOUZA *et al.*, 2013). Para a execução de revestimento em argamassa, temos as variações de aplicações, podendo ter aplicações manual ou projetada, com utilização de mão de obra própria ou empreitada, sendo que essa variação será determinante para a produtividade.

Para que seja alcançada devida produtividade e qualidade nos serviços, deve ser considerado um planejamento conforme as características físicas e operacionais do canteiro de obras: *layout*, espaços disponíveis, fluxos de materiais, acesso dos trabalhadores, caminhões, áreas de depósito de insumos, área de segregação de resíduos, área de operação de equipamentos e armazenamento, elevadores de obra,

gruas, carrinhos, paleteiras, redes de abastecimento e pontos de hidráulica, energia elétrica e disponibilidade para acomodação de equipes para produção e controle das atividades (CEOTTO *et al.*,2005).

De posse do todo o projeto de revestimento, técnica a ser empregada e particularidades do sistema, a equipe de obra, constituída por: engenheiro, mestre, estagiários, auxiliares, almoxarife, encarregados e outros que irão agregar, devem estar ligados ao serviço de forma a contribuir e controlar a produtividade. De acordo com o andamento do serviço, interferências físicas e temporais com outros serviços deverão ser tratadas simultaneamente, buscando soluções em conjunto com projetistas e equipe de obra, embasadas na experiência acumulada da equipe e próprio conhecimento da cultura da empresa.

Após a formação da equipe de obra, deve-se discutir a forma pretendida de seleção do fornecedor de argamassa, tipos de controle de produtividade e qualidade, agregando à equipe o fornecedor da argamassa a ser projetada. A formação completa desta equipe, garantirá a qualidade necessária bem como apoio à mão de obra que executará o revestimento.

De acordo com Ceotto *et al.* (2005), o projeto executivo deve indicar de maneira clara: “como será feito”, “onde e quando será feito”, “quem executará”, “em qual sequência”, “quais os insumos necessários” (materiais, equipamentos, ferramentas, ponto de energia, depósitos), “como será efetuado o controle físico e de qualidade”. Ainda de acordo com Ceotto *et al.*, essas definições orientarão todo o projeto de produção, influenciando diretamente aos custos, prazos e qualidade da obra.

Na Tabela 3, segue um fluxograma de definições a serem tomadas:

Tabela 3 - Fluxograma de definições para utilização de argamassa projetada



**Fonte:** Autor, adaptado de CEOTTO *et al.*,2005

## 2.4. Equipamentos e ferramentas

O revestimento com argamassa projetada, envolve a série de definições conforme descrito anteriormente e também as definições quanto aos equipamentos e ferramentas a ser utilizado na projeção. A mistura da argamassa industrializada com a água para aplicação em bombas helicoidais é usualmente realizada por misturadores contínuos, conforme figura abaixo:



Figura 3 - Misturador contínuo (ZANELLATO, 2012)

A utilização desses misturadores, são comumente realizadas por sistemas de projeção contínua, pois produzem volumes de argamassa compatíveis com as altas demandas das bombas helicoidais (aproximadamente 32 litros de argamassa/minuto – referência bomba D7 2-5, fabricante: MAI International) podendo variar em função da capacidade da bomba utilizada e das condições de execução (ZANELATTO, 2012). O misturador possui rodas, podendo ser transportado facilmente, o que torna facilitada a utilização e acesso. Sua grelha serrilhada, permite a abertura de sacos e carregamento de argamassa em seu interior (ABCP, 2002).

Após a mistura do material seco à água e a homogeneização da argamassa, dá-se início ao bombeamento da argamassa, que consiste no transporte da argamassa fresca, por meio de bombas acopladas a um conjunto de mangueiras, bombas que podem encontrar associadas ou não aos misturadores de argamassa (ZANELATTO, 2012).

Quando não associados, esses equipamentos são usualmente denominados bombas de argamassa. Neles, a argamassa pronta, previamente misturada à água e homogeneizada, é depositada diretamente sobre uma câmara ou reservatório do equipamento de bombeamento e conduzida através da rosca metálica para, então ser introduzida na bomba helicoidal, onde irá passar sob pressão e será transportada pelas mangueiras de argamassa (ZANELATTO, 2012).

As bombas de projeção devem ser preferencialmente posicionadas sob o bocal de saída de argamassa dos misturadores contínuos, de forma que a argamassa, depois de misturada à água, seja depositada diretamente sobre a bomba, eliminando uma das etapas de transporte da argamassa no canteiro de obra e diminuindo as potenciais perdas de material que podem ocorrer nesse transporte (ZANELATTO, 2012). Quando as bombas de argamassa estão associadas aos misturadores, após a mistura da argamassa com a água, ela é imediatamente depositada na entrada da bomba, sem haver interferência da mão de obra, desde a produção da argamassa até a sua projeção sobre o substrato, trazendo como vantagens: a eliminação de uma das etapas de transporte dos revestimentos; diminuição das perdas associadas a essa etapa de transporte e a produção da argamassa somente mediante o acionamento da pistola de projeção (ZANELATTO, 2012).

Conforme a figura 4, na câmara de mistura, a água é introduzida, misturada à argamassa, através de uma pá rotativa e, imediatamente, depositada sobre a entrada da bomba helicoidal, por onde passa sob pressão, entrando na mangueira, sendo conduzida até a pistola de projeção (ZANELATTO, 2012).

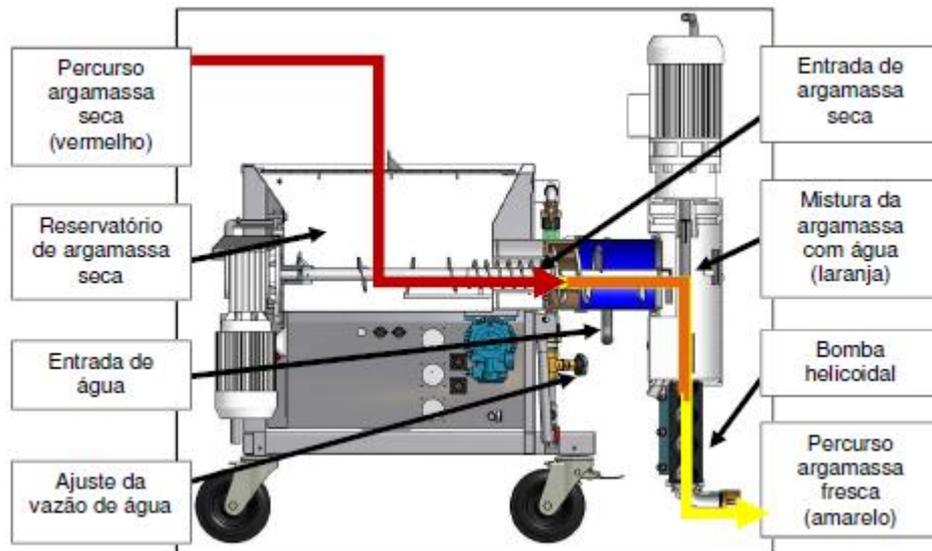


Figura 4 - Esquema ilustrativo de um equipamento de mistura e projeção.  
**Fonte:** Zanelatto (2012)

## 2.5. Logística e organização do canteiro de obras

A organização do canteiro de obras e armazenamento dos materiais irá impactar diretamente ao funcionamento das atividades, considerando o transporte até o local de aplicação, promovendo menores movimentações e números de interferências, garantindo melhores condições de trabalho e produtividade. A falta de organização, gera deficiência na movimentação de material, espera por materiais, improdutividade de equipamentos e mão de obra, contribuindo assim para desperdício de tempo e maior consumo dos recursos humanos (SABBATINI *et al*, 1998).

Diante da entrega dos projetos de produção, conhecendo a disposição e locais para instalação do futuro canteiro, vias de acesso, equipamentos orçados e materiais disponíveis, podem ser definidos os aspectos que irão determinar a disposição do canteiro. Para Sabbatini *et al.* (1998), devem ser definidos os seguintes aspectos:

- “*Lay-out*” envolvendo a locação dos equipamentos, áreas de armazenagem do estoque, áreas para manutenções, vias de transporte interno de materiais e equipamentos;
- Condições de trabalho e serviços;
- Organização da utilização dos equipamentos móveis (ferramentas);
- Uso dos meios de comunicação, como quadros de aviso, aparelhos sonoros.

Sendo assim, a definição da organização de materiais e equipamentos, fluxo de pessoas e materiais, será determinante para a produtividade alcance dos prazos e custos esperados, bem como qualidade da mão de obra, perdas de materiais e custos.

## **CAPÍTULO 3:**

### **ESTUDO DE CASO**

Foi realizado um estudo de dados fornecidos por uma empresa construtora e incorporadora do segmento de empreendimentos residenciais populares no país. Fundada em 1994, possui experiência no mercado e integra um grupo de Engenharia que atua no ramo de imóveis residenciais. Com mais de 12.000 unidades construídas e entregues, a construtora possui sede administrativa em Belo Horizonte e está presente nos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal.

#### **3.1 Apresentação dos dados**

Foi realizado um levantamento de dados, com intuito de evidenciar a produtividade mínima para a viabilidade da projeção de argamassa em empreendimentos residenciais. A construtora X, apresentou os dados de um empreendimento situado em Goiânia com 384 unidades e 425 vagas de garagem.

O empreendimento de padrão médio, foi construído em 19.522,68 m<sup>2</sup>, com tipologias de 1 e 2 quartos, em 9 blocos com 4 pavimentos, nomeados de A à I, sendo eles: 2 blocos (A e B) com 8 apartamentos por andar, 2 (D e F) blocos com 10 apartamentos por andar e 5 blocos (C, E, G, H e I) com 12 apartamentos por andar.

A figura 5, ilustra a imagem de implantação dos blocos e da área de uso comum, do empreendimento analisado.



Figura 5 - Empreendimento analisado

Fonte: Construtora X (2016)

### 3.2 Metodologia de obtenção dos dados

Foi realizada uma pesquisa do tipo quantitativa exploratória, utilizando dados de produtividade das atividades de revestimento argamassado, afim de comparar e concluir a produtividade mínima para a projeção de argamassa seja competitiva.

Os dados foram coletados e fornecidos por um colaborador da Construtora X, por meio de Planilha do Microsoft Excel. Os dados foram observados “*in loco*”, pelo departamento de Planejamento e Controle, afim de encontrar a atividade mais produtiva.

### 3.3 Resultados obtidos e análise dos dados

Inicialmente foram apontados os dados variáveis de insumos e mão de obra, evidenciando o quantitativo e custo, considerando reboco projetado interno e externo, com utilização de mão de obra própria e empreiteiros.

Para execução do reboco manual, foram considerados os insumos: Cimento, Areia, Cal. Os equipamentos: Betoneira, Balancim e Grua. E a mão de obra: 1 Pedreiro, 1 Servente, 1 Operador de Betoneira e 1 Servente do Operador.

Para o reboco projetado, foi considerado como insumo, apenas a Argamassa. Equipamentos: Projetor, Grua e Balancim. E mão de obra: 2 Pedreiros, 3 Serventes.

Para realizar os comparativos, foram feitas as composições unitárias de cada um dos serviços: Reboco interno projetado, Reboco interno manual, Reboco externo projetado e Reboco externo manual, todos com espessura de 3 cm. Sendo assim, apresenta-se abaixo as composições: material, mão de obra e equipamentos, todas utilizando a unidade m<sup>2</sup> (metro quadrado).

### 3.3.1. Materiais:

Para execução de Reboco Manual, traço rodado em obra na composição: 1:2:8. Conferindo assim, o traço abaixo:

Composição do Traço Rodado em Obra		1 . 2 . 8
1	Cimento	0,04 m <sup>3</sup>
2	Cal	0,02 m <sup>3</sup>
8	Areia	0,28 m <sup>3</sup>
	Água	0,08 m <sup>3</sup>
<b>Volume do Traço</b>		<b>0,34 m<sup>3</sup></b>

Figura 6 - Composição do traço rodado em obra

Fonte: Construtora X (2016)

CUSTO DO M <sup>2</sup> EXECUTADO - MANUAL - ARGAMASSA		
<b>Argamassa</b>	<b>R\$</b>	<b>3,84</b>
Areia	R\$	1,20
Cimento	R\$	1,45
Cal	R\$	1,20

Figura 7 – Custo do m<sup>2</sup> executado Argamassa Manual

Fonte: Construtora X (2016)

Areia: R\$ 1,20

$$\left(\frac{1}{\text{Volume do traço}}\right) \times (\text{traço de areia}) \times (\text{Preço da Areia}) \times (\text{Espessura média do revestimento})$$

Cimento: R\$ 1,45 (considerando o saco de 50 Kg)

$$\left(\frac{1}{\text{Volume do traço}}\right) \times (\text{Preço do saco Cimento}) \times (\text{Espessura média do revestimento})$$

Cal: R\$1,20 (considerando o caso de 20 Kg)

$$\left(\frac{1}{\text{Volume do traço}}\right) \times 2(\text{Preço saco Cal}) \times (\text{Espessura média do revestimento})$$

Para execução de Reboco projetado, o único material utilizado foi a Argamassa Votomassa, conforme composição abaixo:

CUSTO DO M <sup>2</sup> EXECUTADO - PROJETADO - ARGAMASSA		
Argamassa	R\$	11,17
Votomassa Matriz - Projeção	R\$	11,17

Figura 8 - Custo do m<sup>2</sup> executado Argamassa Projetado

Fonte: Construtora X (2016)

Argamassa Industrializada: R\$ 1,20 (considerando o saco de 20 Kg)

$$(\text{Preço do saco de Argamassa}) \times \left(\text{Quantidade de } \frac{\text{sacos}}{\text{m}^2}\right) \times (\text{Espessura média do revestimento})$$

### 3.3.2. Mão de obra:

A mão de obra da Construtora foi composta baseada na equipe de mão de obra própria e empreitada, tendo como base a produtividade mínima esperada de cada serviço, por colaborador na função específica. Além do salário, foi adotado 80% de encargos e bônus de produção (proporcional por função, 70% Pedreiro e 30% Servente).

A Construtora estudada, considera que os colaboradores envolvidos na atividade de reboco, trabalham: 7 horas diárias e 154 horas mensais, produzindo nas atividades os quantitativos conforme a tabela 4:

Tabela 4 - Produtividade por tipo de serviço

Serviço	Projetado (m <sup>2</sup> /dia)	Manual (m <sup>2</sup> /dia)
Reboco Interno	18,75	2,19
Reboco Externo	18,75	2,38

Fonte: Construtora X (2016)

Para execução de Reboco Manual, foi considerado a utilização de Betoneira, sendo assim tem-se um Operador de Betoneira e um Servente para o Operador. Além do Pedreiro e Servente que executarão o Reboco.

<b>CUSTO DO M<sup>2</sup> EXECUTADO - MANUAL - MÃO DE OBRA</b>			
<b>Mão de Obra - Interno - FIXO</b>		<b>R\$</b>	<b>12,83</b>
1	Pedreiro	R\$	7,77
1	Servente	R\$	4,55
1	Operador	R\$	0,33
1	Servente - Operador	R\$	0,18
<b>Mão de Obra - Externo - FIXO</b>		<b>R\$</b>	<b>13,33</b>
1	Pedreiro	R\$	8,19
1	Servente	R\$	4,63
1	Operador	R\$	0,33
1	Servente - Operador	R\$	0,18

Figura 9 - Custo no m<sup>2</sup> para mão de obra no sistema manual  
**Fonte:** Construtora X (2016)

### **Mão de Obra – Interno: R\$12,83**

**Pedreiro:**

$$\left( \frac{(1+\text{Encargos}) \times (\text{Salário Pedreiro})}{\text{Produtiv. Estimada} \times \text{Horas trabalhadas por mês}} \right) \times (\text{Quant de Pedreiros}) + (\text{Valor do Serviço MOP} \times \text{Proporc. Função})$$

**Servente:**

$$\left( \frac{(1+\text{Encargos}) \times (\text{Salário Servente})}{\text{Produtiv. Estimada} \times \text{Horas trabalhadas por mês}} \right) \times (\text{Quant de Serventes}) + (\text{Valor do Serviço MOP} \times \text{Proporc. Função})$$

**Operador:**

**Custo do Operador por m<sup>3</sup>: R\$11,13**

$$\frac{(\text{Salário Operador}) \times (1 + \text{Encargos})}{\text{Horas Trabahadas por mês}} \times \frac{(\text{Tempo de preparo de } 1 \text{ m}^3 \text{ em minutos})}{60} = \text{R\$11,13}$$

**Custo do Operador: R\$ 0,33**

$$\text{R\$ } 11,13 \times \text{Espessura mínima} \times \text{Quant. de Operadores}$$

Custo do Servente - Operador por m<sup>3</sup>: R\$5,99

$$\frac{(\text{Salário Servente}) \times (1 + \text{Encargos})}{\text{Horas Trabalhadas por mês}} \times \frac{(\text{Tempo de preparo de } 1 \text{ m}^3 \text{ em minutos})}{60} = \text{R\$5,99}$$

Custo do Servente - Operador: R\$ 0,18

$$\text{R\$ 5,99} \times \text{Espessura mínima} \times \text{Quant. de Servente} - \text{Operador}$$

**Mão de Obra – Externo: R\$13,33**

**Pedreiro:**

$$\left( \frac{(1 + \text{Encargos}) \times (\text{Salário Pedreiro})}{\text{Produtiv. Estimada} \times \text{Horas trabalhadas por mês}} \right) \times (\text{Quant de Pedreiros}) + (\text{Valor do Serviço MOP} \times \text{Proporc. Função})$$

**Servente:**

$$\left( \frac{(1 + \text{Encargos}) \times (\text{Salário Servente})}{\text{Produtiv. Estimada} \times \text{Horas trabalhadas por mês}} \right) \times (\text{Quant de Serventes}) + (\text{Valor do Serviço MOP} \times \text{Proporc. Função})$$

**Operador:**

Custo do Operador por m<sup>3</sup>: R\$11,13

$$\frac{(\text{Salário Operador} \times (1 + \text{Encargos}))}{\text{Horas Trabalhadas por mês}} \times \frac{(\text{Tempo de preparo de } 1 \text{ m}^3 \text{ em minutos})}{60} = \text{R\$11,13}$$

Custo do Operador: R\$ 0,33

$$\text{R\$ 11,13} \times \text{Espessura mínima} \times \text{Quant. de Operadores}$$

Custo do Servente - Operador por m<sup>3</sup>: R\$5,99

$$\frac{(\text{Salário Servente} \times (1 + \text{Encargos}))}{\text{Horas Trabalhadas por mês}} \times \frac{(\text{Tempo de preparo de } 1 \text{ m}^3 \text{ em minutos})}{60} = \text{R\$5,99}$$

Custo do Servente - Operador: R\$ 0,18

$$\text{R\$ 5,99} \times \text{Espessura mínima} \times \text{Quant. de Servente} - \text{Operador}$$

Para execução de Reboco Projetado, foi considerado a utilização de Projeter, Grua e Balancim, sendo assim tem-se apenas os Pedreiros e Serventes que executarão o Reboco.

<b>CUSTO DO M<sup>2</sup> EXECUTADO - PROJETADO - MÃO DE OBRA</b>			
<b>Mão de Obra - Interno - FIXO</b>		<b>R\$</b>	<b>3,09</b>
2	Pedreiro	R\$	1,66
3	Servente	R\$	1,43
0	Operador	R\$	-
0	Servente - Operador	R\$	-
<b>Mão de Obra - Externo - FIXO</b>		<b>R\$</b>	<b>3,33</b>
2	Pedreiro	R\$	1,83
3	Servente	R\$	1,50
0	Operador	R\$	-
0	Servente - Operador	R\$	-

Figura 10 - Custo no m<sup>2</sup> para mão de obra no sistema projetado  
**Fonte:** Construtora X (2016)

### Mão de Obra – Interno: R\$3,09

Pedreiro: R\$1,66 (02 colaboradores)

$$\frac{\text{Produtiv. Estimada}}{\text{Produtiv. Estimada Projeter}} \times \text{Valor do Serv. Tabela Const.} \times \text{Prop. Função} \times (1 + \text{Bônus Produção}) = \text{R\$0,29}$$

$$\left( \frac{(1 + \text{Encargos}) \times (\text{Salário Pedreiro})}{\text{Produtiv. Estimada} \times \text{Horas trabalhadas por mês}} \right) \times (\text{Quant de Pedreiros}) + \text{R\$ 0,29}$$

Servente: (03 colaboradores)

$$\frac{\text{Produtiv. Estimada}}{\text{Produtiv. Estimada Projeter}} \times \text{Valor do Serv. Tabela Const.} \times \text{Prop. Função} \times (1 + \text{Bônus Produção}) = \text{R\$0,12}$$

$$\left( \frac{(1 + \text{Encargos}) \times (\text{Salário Servente})}{\text{Produtiv. Estimada} \times \text{Horas trabalhadas por mês}} \right) \times (\text{Quant de Serventes}) + \text{R\$ 0,12}$$

## Mão de Obra – Externo: R\$3,33

Pedreiro: R\$1,83 (02 colaboradores)

$$\frac{\text{Produtiv. Estimada}}{\text{Produtiv. Estimada Projeter}} \times \text{Valor do Serv. Tabela Const.} \times \text{Prop. Função} \times (1 + \text{Bônus Produção}) = \text{R\$0,46}$$

$$\left( \frac{(1 + \text{Encargos}) \times (\text{Salário Pedreiro})}{\text{Produtiv. Estimada} \times \text{Horas trabalhadas por mês}} \right) \times \text{Quant de Pedreiros} + \text{R\$ 0,46}$$

Servente: (03 colaboradores)

$$\frac{\text{Produtiv. Estimada}}{\text{Produtiv. Estimada Projeter}} \times \text{Valor do Serv. Tabela Const.} \times \text{Prop. Função} \times (1 + \text{Bônus Produção}) = \text{R\$0,20}$$

$$\left( \frac{(1 + \text{Encargos}) \times (\text{Salário Servente})}{\text{Produtiv. Estimada} \times \text{Horas trabalhadas por mês}} \right) \times \text{Quant de Serventes} + \text{R\$ 0,20}$$

### 3.3.3. Equipamentos:

Para execução do Reboco, o método e o local foram essenciais para a definição dos equipamentos utilizados. Segue a tabela 5, com os tipos de equipamentos utilizados e suas aplicações:

Tabela 5 - Equipamentos utilizados para execução de reboco

Revestimento	Equipamento	Aplicação
Reboco projetado	Grua	Transporte dos paletes com sacos de Argamassa
	Projeter	Projeção de argamassa
	Balancim	Acesso ao local de revestimento externo
Reboco manual	Grua	Transporte da Argamassa rodada em obra
	Betoneira	Produção de Argamassa em obra
	Balancim	Acesso ao local de revestimento externo

Fonte: Construtora X (2016)

A partir das definições dos tipos de equipamentos, foram apontados os dados para composição de custo de cada tipo de reboco.

<b>CUSTO DO M<sup>2</sup> EXECUTADO - MANUAL - EQUIPAMENTOS</b>		
<b>Equipamentos</b>	<b>R\$</b>	<b>0,50</b>
Betoneira	R\$	0,06
Transporte	R\$	0,43
Balancim	R\$	0,02

Figura 11 - Custo no m<sup>2</sup> para equipamentos no sistema manual  
**Fonte:** Construtora X (2016)

### Equipamentos – Manual: R\$0,50

Betoneira:

$$\frac{(\text{Aluguel Betoneira})}{\text{Horas Trabalhadas por mês}} \times \frac{(\text{Tempo de preparo de } 1 \text{ m}^3 \text{ em minutos})}{60} \times \text{Espessura média de reboco}$$

Transporte (Grua):

$$\frac{(\text{Tempo médio de Içamento em minutos})}{60} \times \frac{(\text{Custo mensal Grua})}{\text{Horas trabalhadas por mês}} \times \frac{\text{Espessura média de reboco}}{\text{Capacidade da Maseira (m}^3\text{)}}$$

Balancim:

$$\frac{\text{Quantidade de Balancim} \times \frac{\text{Custo mensal Balancim}}{\text{Horas trabalhadas por mês}}}{\text{Produtividade Estimada} \times \text{Horas trabalhadas por mês}}$$

<b>CUSTO DO M<sup>2</sup> EXECUTADO - PROJETADO - EQUIPAMENTOS</b>		
<b>Equipamentos</b>	<b>R\$</b>	<b>1,38</b>
Projetor	R\$	1,29
Transporte	R\$	0,09
Balancim	R\$	0,000018

Figura 12 - Custo no m<sup>2</sup> para equipamentos no sistema projetado  
**Fonte:** Construtora X (2016)

## Equipamentos – Projetado: R\$1,38

Projetor:

$$\frac{\text{Valor do Projetor de Argamassa}}{\text{Volume de Projeção Obra}}$$

Transporte (Grua):

$$\frac{\frac{(\text{Tempo médio de Içamento em minutos})}{60} \times \frac{(\text{Custo mensal Grua})}{\text{Horas trabalhadas por mês}}}{\frac{(\text{Número de sacos de Argamassa em 1 palete})}{\text{Quantidade de sacos por m}^3}} \times \text{Espessura média de reboco}$$

Balancim:

$$\frac{\text{Quantidade de Balancim} \times \frac{\text{Quantidade ed Balancim}}{\text{Horas trabalhadas por mês}}}{\text{Produtividade Estimada} \times \text{Horas trabalhadas por mês}}$$

Considerando todas as três variáveis que integram a composição de custos (materiais, mão de obra e equipamentos), chega-se ao custo total do reboco, para os 4 tipos de revestimento, conforme apresentado abaixo:

Custo Total do Reboco MANUAL INTERNO	R\$	17,17
Custo Total do Reboco MANUAL EXTERNO	R\$	17,67

Custo Total do Reboco PROJETADO INTERNO	R\$	15,65
Custo Total do Reboco PROJETADO EXTERNO	R\$	15,89

Sendo assim, para a obra estudada, com os volumes considerados de projeto, tem-se os custos conforme tabela 6:

Tabela 6 - Comparativo de custos por tipo de reboco

Tipo de Revestimento	Quantitativo obra	Tipo de revestimento	Custo Unitário	Custo total
Reboco Interno	11.911,35	Manual	R\$17,17	R\$204.555,71
		<b>Projetado</b>	<b>R\$15,65</b>	<b>R\$186.354,29</b>
Reboco Externo	8.975,35	Manual	R\$17,67	R\$158.629,21
		<b>Projetado</b>	<b>R\$15,89</b>	<b>R\$142.597,51</b>

Fonte: Construtora X (2016)

Com este estudo, conclui-se que para esta obra, a utilização de projeção é viável, devido ao custo unitário que se aproxima de 76% quando comparado a execução manual. Este comparativo, evidencia que mesmo com o custo elevado de materiais e equipamentos, na composição unitária, o baixo da custo da mão de obra torna o método atrativo, sendo 24% do valor da mão de obra para execução manual interno e 25% para externo.

### 3.3.4. Prazo de execução:

A Construtora X estudada, disponibilizou para este estudo comparativo, sua base de dados que contém a produtividade por serviços com utilização de mão de obra própria e terceirizada. Sendo assim, apresenta-se os prazos de execução dos serviços de revestimento interno e externo para esta obra, utilizando os métodos estudados:

Tabela 7 - Comparativo de prazos

COMPARATIVO DE PRAZOS MANUAL x PROJETADO							
Tipo	Local	Quantitativo (m²)	Produtividade (m²/h)	Horas trabalhadas	Dias trabalhados	Semanas	Total semanas
Manual	Interno	11.911,35	6,57	1812,99	259,00	51,80	83
	Externo	8.975,35	8,33	1077,47	153,92	30,78	
Mecânica	Interno	11.911,35	18,75	635,27	90,75	18,15	32
	Externo	8.975,35		478,69	68,38	13,68	

Fonte: Autor (2016)

Sendo assim, para a obra estudada, o total de semanas para conclusão dos serviços de revestimentos utilizando a projeção mecânica, seria de 32 semanas, enquanto a execução manual seria 83 semanas. Uma diferença de 61,4% quando comparado os prazos dos dois sistemas, sendo a projeção mecanizada atrativa neste quesito.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da comparação entre os sistemas de revestimento em argamassa, embasado nas características, tecnologias e importância dos sistemas, alguns fatores foram determinantes na escolha do melhor método de projeção, sendo o principal parâmetro para a obra estudada, o custo.

Além das propriedades determinantes para a escolha do método de aplicação, a facilidade de produção, o baixo custo de mão de obra e prazo de execução, foram determinantes para a composição de custo apresentada, uma vez que os equipamentos e materiais não houveram variações consideráveis.

Apresenta-se as tabelas 8 e 9 com comparativos entre os sistemas de revestimento, separados entre revestimento interno e externo, sendo que esta variação se dá exclusivamente pela variação do custo de mão de obra que conforme exposto, há uma redução em torno de 75% de projeção manual para mecanizada.

Em comparação entre a execução de revestimento manual e mecanizado no interior das unidades habitacionais da obra estudada, apresenta-se a diferença percentual de 8,90% entre os sistemas, assim demonstrou-se que para o revestimento interno, no quantitativo total da obra estudada, a projeção mecanizada se mostrou vantajosa.

Tabela 8 - Comparativo sistema projetado revestimento interno

COMPARATIVO PARA REVESTIMENTO INTERNO PROJEÇÃO MANUAL x PROJEÇÃO MECÂNICA				
TIPO	MATERIAIS	MÃO DE OBRA	EQUIPAMENTOS	TOTAL
MANUAL	R\$ 3,84	R\$ 12,83	R\$ 0,50	R\$ 17,17
PROJETADO	R\$ 11,17	R\$ 3,09	R\$ 1,38	R\$ 15,65

-8,90%

24,08%

Fonte: Construtora X (2016)

Para a execução de revestimento manual e mecanizado nas fachadas do empreendimento (externo) da obra estudada, apresenta-se a diferença percentual de 10,11% entre os sistemas, assim demonstrou-se que para o revestimento interno, no quantitativo total desta obra, a projeção também é atrativa.

Tabela 9 - Comparativo sistema projetado revestimento externo

<b>COMPARATIVO PARA REVESTIMENTO EXTERNO PROJEÇÃO MANUAL x PROJEÇÃO MECÂNICA</b>				
<b>TIPO</b>	<b>MATERIAIS</b>	<b>MÃO DE OBRA</b>	<b>EQUIPAMENTOS</b>	<b>TOTAL</b>
MANUAL	R\$ 3,84	R\$ 13,33	R\$ 0,50	R\$ 17,67
PROJETADO	R\$ 11,17	R\$ 3,33	R\$ 1,38	R\$ 15,89

-10,11%

25,00%

Fonte: Construtora X (2016)

Os custos relacionados aos materiais e equipamentos, não demonstraram variações para as comparações realizadas. Para a obra estudada, a execução manual, necessitaria dos equipamentos, tanto para execução interna quanto para externa: Grua, Betoneira e Balancim. Para a execução por projeção mecânica, necessitaria apenas da troca da Betoneira pelo Projetor, pois com a projeção é utilizada a argamassa “pronta”, sendo excluída a etapa de produção de argamassa em obra.

Para os materiais envolvidos, na execução manual, a produção da argamassa em obra, como falado anteriormente. Sendo assim, o traço executado na obra estudada foi 1:2:8 (Cimento; Cal; Areia) e água, gerando um volume de argamassa para execução do revestimento. Enquanto na projeção mecânica, apenas foi adquirido a Argamassa pronta, que após a mistura com água, está apta a aplicação.

Além da comparação entre materiais, equipamentos e mão de obra, também houve comparação entre o prazo de execução, tornando ainda mais vantajosa a execução de revestimento com sistema de projeção. Para a obra estudada, o prazo de execução quando realizado em projeção mecânica, seria finalizado (interno e externo), em 32 semanas. Sendo que para o sistema manual, a obra estudada precisaria de 83 semanas para finalização de todo revestimento (interno e externo).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Manual de Revestimentos**. 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. NBR 7200; **Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1998.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. NBR 13528; **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração**. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. NBR 13529; **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas**. 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. NBR 13749; **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação**. 1996.

BOLORINO, Heloísa; CINCOTTO, Maria Alba. **A INFLUÊNCIA DO TIPO DE CIMENTO NAS ARGAMASSAS**. II Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, Salvador, 1997.

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.

CEOTTO, Luiz Henrique; BANDUK, Ragueb C.; NAKAKURA, Elza Hissae. **Recomendações Técnicas HABITARE – Revestimentos de Argamassas**, Porto Alegre, 2005.

CRESCÊNCIO, Rosa M.; PARSEKIAN, Guilherme A.; BARROS, Mércia M. S. B.; SABBATINI, Fernando H.. **EXECUÇÃO DE REVESTIMENTOS COM ARGAMASSA PROJETADA**. 8 f. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Salvador, 2000.

FERREIRA, Beatriz Bernardes Dias. **TIPIFICAÇÃO DE PATOLOGIAS EM REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS**. 2010. 210 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Construção Civil, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

GUIMARÃES, José Epitácio Passos. **A Cal: Fundamentos e Aplicações na Engenharia Civil**. In: VÁRIOS. Tecnologia das Edificações (Publicação IPT 1801). 2.ed. São Paulo: Editora Pini, 2002. p 341.

LAPA, José Silva. **ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DE UTILIZAÇÃO EM ARGAMASSAS DO RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO ORIUNDO DO PRÓPRIO CANTEIRO DE OBRA**. 2011. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Construção Civil, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg3/136.pdf>>. Acesso em: 04 ago. 2016.

LEMO, Ricardo Araújo. **TÉCNICAS DE REVESTIMENTOS EM ARGAMASSA PROJETADA**. 2010. 51 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Construção Civil, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

LORDSLEEM JR., Alberto Casado; MORAIS, Gabriela Alves T de. **REVESTIMENTO DE ARGAMASSA PROJETADA: LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DE INDICADORES EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES**. Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, Porto Alegre, 2015.

NASCIMENTO, Gizela Barbosa do. **CARACTERIZAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE PÓ-DE-PEDRA EM REVESTIMENTOS PARA RESTAURAÇÃO DE EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS EM ESTILO ART DÉCO**. 2008. 189 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Construção Civil, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

PEREIRA JUNIOR, Solano Alves. **PROCEDIMENTO EXECUTIVO DE REVESTIMENTO EXTERNO EM ARGAMASSA**. 69 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Construção Civil, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

SABBATINI, Fernando Henrique; MACIEL, Luciana Leone; BARROS, Mércia M. S. Bottura. **RECOMENDAÇÕES PARA A EXECUÇÃO DE REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA PARA PAREDES DE VEDAÇÃO INTERNAS E EXTERIORES E TETOS**. São Paulo, 1998.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de; FREITAS, Janaina Carli de; SILVA, Matheus Brito da; MORASCO, Felipe Germano, LESSA, Francisco Augusto Nóbrega. **MECANIZAÇÃO DA APLICAÇÃO DE MONOCAPA: DIRETRIZES PARA A MELHORIA DA PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA**. X Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, Fortaleza, 2013.

ZANELATTO, Kátia Cristina. **AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA TÉCNICA DE EXECUÇÃO NO COMPORTAMENTO DOS REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA APLICADOS COM PROJEÇÃO MECÂNICA CONTÍNUA**. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.