

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Felipe Becker Thomas**

**SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ARGAMASSA PARA  
REVESTIMENTO EXTERNO: COMPARAÇÃO ENTRE  
ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA EM SACO E EM SILO**

Porto Alegre  
julho 2012

**FELIPE BECKER THOMAS**

**SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ARGAMASSA PARA  
REVESTIMENTO EXTERNO: COMPARAÇÃO ENTRE  
ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA EM SACO E EM SILO**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

**Orientadora: Angela Borges Masuero**

Porto Alegre  
julho 2012

**FELIPE BECKER THOMAS**

**SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ARGAMASSA PARA  
REVESTIMENTO EXTERNO: COMPARAÇÃO ENTRE  
ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA EM SACO E EM SILO**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Professora Orientadora e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, julho de 2012

Profa. Angela Borges Masuero  
Dra. Pela UFRGS  
Orientadora

Profa. Carin Maria Schmitt  
Coordenadora

**BANCA EXAMINADORA**

**Alfredo Kuhn Pfeifer (UFRGS)**  
Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Prof. Daniel Tregnago Pagnussat (UCS)**  
Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Profa. Angela Borges Masuero (UFRGS)**  
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a meus pais, Lauro e Cidônia, que sempre me apoiaram e especialmente durante o período do meu Curso de Graduação estiveram ao meu lado.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Profa. Angela Borges Masuero, orientadora deste trabalho, pela atenção a mim cedida assim como a enorme ajuda em relação ao conhecimento do tema.

Agradeço aos colegas Fabrício, Francisco, Bruna e Carla, pelo apoio durante esta etapa da faculdade.

Agradeço a minha família que tanto me apoiou ao longo desta jornada de estudos longe de casa.

Agradeço a minha namora Caroline e a sua família, que me apoiaram e me incentivaram nos meus estudos.

Agradeço aos funcionários do NORIE pelo o auxílio no rompimento dos corpos de prova.

Bom mesmo é ir a luta com determinação, abraçar a vida com paixão, perder com classe e vencer com ousadia. Pois o triunfo pertence a quem se atreve.

*Charles Chaplin*

## RESUMO

O revestimento externo de fachadas, além de demarcar o final da etapa de revestimentos e início da fase de acabamentos, também é responsável por uma das mais importantes etapas de uma obra. Diante de tal importância, todas as atividades envolvidas ao longo deste processo devem estar em sincronia com a obra, para que não haja interferências nas demais atividades no canteiro. Este trabalho tem por objetivo, a comparação de dois métodos distintos de produção de argamassa para o revestimento externo: com material ensacado e com a utilização de silos. A comparação dos métodos se dá através de vantagens e desvantagens que cada processo pode atribuir à obra. Para entender cada um, buscou-se analisar o fluxograma de ambos, verificando cada atividade ligada ao respectivo processo. Primeiramente buscou-se obter informações em uma obra, sendo que ela utilizou ambos os processos simultaneamente, para verificar o desenvolvimento das atividades ligadas a cada um deles, além de verificar o custo envolvido. Nesta etapa de acompanhamento de obra, também foi realizada, uma breve análise da influência que o abastecimento dos balancins pode gerar nas características da argamassa. Na segunda parte do trabalho, amostras de argamassa foram coletadas e analisadas em laboratório, com o objetivo de verificar se a alteração do meio de abastecimento afetava as características de resistência da argamassa. Em uma terceira parte do trabalho, realizaram-se as devidas comparações, verificando que os custos dos processos quase se equivalem, entretanto, o processo utilizando-se do silo para o abastecimento leva uma pequena vantagem econômica. Em relação às vantagens e desvantagens de cada processo, verificou-se que a utilização de silos torna o abastecimento mais prático, reduzindo o número de pessoas envolvidas. Entretanto pode-se afirmar também que mesmo utilizando o método com silo, as circunstâncias podem acabar levando a uma utilização da argamassa ensacada, em caso de uma falha no sistema com silos. Desta forma, constata-se que ambos os sistemas podem ser úteis nas obras, desde que, sejam bem planejados, não interferindo nas demais atividades que estão sendo executadas simultaneamente ao revestimento de fachada.

Palavras-chave: Silo de Argamassa. Argamassa Ensacada. Abastecimento.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama das etapas da pesquisa.....	17
Figura 2 – Sistema de vedação e revestimento com argamassa.....	30
Figura 3 – Modelo de produção do revestimento externo.....	32
Figura 4 – Descolamento de placas de revestimento devido a não aderência do chapisco à viga.....	33
Figura 5 – Fluxograma das atividades do processo de abastecimento de argamassa preparada em central.....	36
Figura 6 – Fluxograma das atividades do processo de abastecimento de argamassa preparada no pavimento a ser abastecido.....	37
Figura 7 – Argamassadeira para preparo de argamassa no pavimento.....	38
Figura 8 – Sistema de bombeamento a seco de argamassa.....	41
Figura 9 – Estudo do fluxograma de atividades do processo de abastecimento via silo...	43
Figura 10 – Abastecimento tradicional de argamassa para revestimento.....	46
Figura 11 – Processo de abastecimento realizado a partir de um único pavimento.....	47
Figura 12 – Funil fixado na janela a uma altura de aproximadamente 1 m.....	48
Figura 13 – Corda em volta do duto, prática recomendada para reduzir a velocidade da argamassa.....	49
Figura 14 – Posicionamento dos silos dentro do canteiro de obra.....	50
Figura 15 – Abastecimento do silo.....	51
Figura 16 – Misturador acoplado ao silo e bomba de recalque necessária para enviar a argamassa até o 15. pavimento.....	52
Figura 17 – Sistema de produção de argamassa utilizando silo no pavimento a ser abastecido.....	52
Figura 18 – Depósito de argamassa ensacada no pavimento térreo.....	55
Figura 19 – Depósito de argamassa ensacada no pavimento onde será realizado o preparo da argamassa para o revestimento.....	55
Figura 20 – Ilustração do andar de abastecimento com as devidas atividades de transporte, estoque e preparo de argamassa.....	56
Figura 21 – Rompimento do corpo de prova de argamassa à tração na flexão.....	58
Figura 22 – Rompimento da metade do corpo de prova resultante do ensaio de resistência à tração na flexão para se verificar resistência à compressão.....	58
Figura 23 – Corpos de prova identificados conforme coletados em campo.....	59
Figura 24 – Análise da variação da média dos corpos de prova no teste de resistência à tração na flexão, conforme local onde foi coletada a amostra .....	65
Figura 25 – Análise da variação da média dos corpos de prova no teste de resistência à compressão, conforme local onde foi coletada a amostra.....	65



Figura 26 – Projeção do custo mensal para os dois sistemas de abastecimento estudados.....

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Níveis de exigência das propriedades do revestimento externo em relação ao local que será aplicado o revestimento.....	26
Quadro 2 – Análise comparativa entre o emprego do sistema de abastecimento de argamassa para revestimento externo utilizando silo ou argamassa ensacada....	68

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Espessuras mínimas nos pontos críticos.....	31
Tabela 2 – Resistência à tração na flexão e compressão, aos 28 dias, da argamassa coletada na saída do silo.....	61
Tabela 3 – Resistência à tração na flexão e compressão, aos 28 dias, da argamassa coletada na chegada ao pavimento abastecido.....	62
Tabela 4 – Resistência à tração na flexão e compressão, aos 28 dias, da argamassa coletada após a argamassa repousar por volta de 1 hora.....	63
Tabela 5 – Resistência à tração na flexão e compressão, aos 28 dias, da argamassa coletada na saída da argamassadeira.....	64
Tabela 6 – Comparativa de custo dos sistemas de abastecimento de argamassa.....	66

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2 DIRETRIZES DA PESQUISA.....</b>	<b>15</b>
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA.....	15
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	15
<b>2.2.1 Objetivo principal.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.2 Objetivos secundários.....</b>	<b>15</b>
2.3 DELIMITAÇÕES.....	16
2.4 LIMITAÇÕES.....	16
2.5 DELINEAMENTO.....	16
<b>2.5.1 Pesquisa bibliográfica.....</b>	<b>17</b>
<b>2.5.2 Descrição dos métodos de produção.....</b>	<b>17</b>
<b>2.5.3 Coleta de dados em obra.....</b>	<b>18</b>
<b>2.5.4 Obtenção de dados para ensaios de resistência.....</b>	<b>18</b>
<b>2.5.5 Ensaios em laboratório.....</b>	<b>18</b>
<b>2.5.6 Análise dos dados coletados.....</b>	<b>19</b>
<b>2.5.7 Comparação dos métodos de produção.....</b>	<b>19</b>
<b>2.5.8 Considerações finais.....</b>	<b>19</b>
<b>3 CONCEITOS BÁSICOS SOBRE REVESTIMENTO EXTERNO EM ARGAMASSA.....</b>	<b>20</b>
3.1 FUNÇÕES DO REVESTIMENTO EXTERNO.....	20
3.2 CARACTERÍSTICAS DAS ARGAMASSAS.....	21
<b>3.2.1 Propriedades da argamassa no estado fresco.....</b>	<b>23</b>
<b>3.2.2 Propriedades da argamassa no estado endurecido.....</b>	<b>25</b>
3.2.2.1 Resistência à tração na flexão.....	26
3.2.2.2 Resistência à compressão.....	26
3.2.2.3 Resistência de aderência à tração.....	27
<b>4 PROCESSO DE PRODUÇÃO DO REVESTIMENTO.....</b>	<b>28</b>
<b>5 SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ARGAMASSA PARA REVESTIMENTO EXTERNO.....</b>	<b>34</b>
5.1 SISTEMA DE PRODUÇÃO UTILIZANDO ARGAMASSA ENSACADA.....	35
5.2 SISTEMA DE PRODUÇÃO UTILIZANDO SILOS DE ARGAMASSA.....	39
<b>5.2.1 Bombeamento a seco.....</b>	<b>41</b>
<b>5.2.2 Bombeamento a úmido.....</b>	<b>42</b>

<b>6 ESTUDO DE CASO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ARGAMASSA PARA REVESTIMENTO EXTERNO.....</b>	<b>44</b>
6.1 INFLUÊNCIA DA FORMA DE ABASTECIMENTO NAS CARACTERÍSTICAS DA ARGAMASSA.....	44
<b>6.1.1 Abastecimento tradicional.....</b>	<b>45</b>
<b>6.1.2 Abastecimento via funil.....</b>	<b>47</b>
6.2 ANÁLISE DO SISTEMA DE PRODUÇÃO UTILIZANDO SILOS DE ARGAMASSA.....	49
6.3 ANÁLISE DO SISTEMA DE PRODUÇÃO UTILIZANDO ARGAMASSA ENSACADA.....	53
6.4 CARACTERIZAÇÃO DAS ARGAMASSAS UTILIZADAS.....	56
<b>6.4.1 Resultados dos ensaios em laboratório.....</b>	<b>57</b>
<b>6.4.2 Comparação do custo envolvido.....</b>	<b>65</b>
6.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS.....	68
<b>7 ANÁLISE FINAL.....</b>	<b>71</b>
REFERÊNCIAS.....	72
APÊNDICE.....	74

## 1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil tem passado nos últimos anos por um forte crescimento. Com o aumento da demanda de obras, o setor acabou sofrendo com a escassez de insumos. Atualmente, quem não planeja com antecedência sua necessidade de materiais, mão de obra, equipamentos e métodos de execução das atividades, pode acabar gerando um atraso na obra. A etapa de revestimento externo em uma obra, muitas vezes, pode se tornar um gargalo na produção, isso porque a atividade depende de diversos fatores que influenciam diretamente na sua produtividade. A falta de uma gestão eficiente do processo produtivo juntamente com a escolha errada do sistema de produção, pode acarretar em grandes perdas dentro do contexto da obra, verificando assim a necessidade de modernização através de novos métodos construtivos.

Considerando que o desempenho de cada etapa da obra é fundamental para o desenvolvimento dela como um todo, a construção civil vem buscando novos meios de otimizar custos, mão de obra, prazos e minimizar desperdício, mantendo a qualidade. Dentro das diversas soluções de melhorias que o setor vem desenvolvendo, a utilização de silos para armazenamento e abastecimento de argamassas é uma delas. Desta forma, o presente trabalho compara a produção de revestimentos externos com argamassa abastecida por silos com o abastecimento utilizando argamassa ensacada preparada em argamassadeiras.

A escolha deste tema, deve-se a existência de dúvidas por parte das construtoras sobre a qualidade da argamassa aplicada na parede a ser revestida, assim como os benefícios que o sistema com a utilização de silos pode agregar à obra. Desta forma, o presente trabalho irá abordar os métodos citados anteriormente a fim de comparar as vantagens e desvantagens que cada método pode proporcionar à obra. Com os resultados obtidos neste trabalho, espera-se poder auxiliar qualquer empresa que esteja em processo de escolha do método de abastecimento a adotar em alguma de suas obras.

A comparação dos métodos foi realizada pela análise de todo o processo que envolve o abastecimento utilizando silo assim como argamassa ensacada, ou seja, as atividades que cada um dos processos necessita para ser viável, incluindo a qualidade do revestimento acabado.

Esta foi avaliada através da resistência de aderência à tração do revestimento externo e através do desempenho mecânico das argamassas. A análise das argamassas utilizadas na confecção do revestimento foi feita:

- a) no caso do uso do silo,
  - na saída do silo;
  - na chegada ao pavimento para qual foi bombeada;
  - depois de a argamassa repousar no pavimento abastecido por um período de uma hora, tempo necessário para a argamassa atingir uma trabalhabilidade desejável;
- b) no caso de uso de argamassa ensacada: na saída da argamassadeira.

Os corpos de prova foram analisados quanto à resistência à tração na flexão e à compressão, buscando verificar as características da argamassa utilizada. Os testes foram feitos a fim de se manter um controle sobre a variabilidade da argamassa nos processos de preparo e transporte estudados.

O presente trabalho está estruturado em sete capítulos, sendo que o primeiro é composto por essa introdução. O segundo capítulo apresenta as diretrizes de pesquisa, sendo elas a questão, o objetivo principal e secundário, as delimitações, as limitações e finalizando com o delineamento deste trabalho. Já no terceiro capítulo, é desenvolvida uma pequena introdução sobre argamassa, explicando suas características e suas propriedades fundamentais. No quarto capítulo, explica-se o processo de produção do revestimento, apresentando todos os pré-requisitos necessários para se ter um bom planejamento assim como as espessuras e camadas constituintes do revestimento. Dentro do quinto capítulo, são apresentados os dois processos de abastecimento de argamassa para revestimento externo. É neste capítulo que está descrita como é a funcionalidade de cada processo de abastecimento, assim como os pré-requisitos necessários para a utilização de cada um dos métodos. No sexto capítulo, encontra-se a comparação dos processos de abastecimento estudados conforme o acompanhamento de uma obra em Porto Alegre, demonstrando os resultados dos ensaios realizados assim como os seus desenvolvimentos, o custo de cada sistema, além de mostrar as vantagens e desvantagens de cada processo de abastecimento. Também é neste capítulo que se desenvolveram possíveis formas de interferência na qualidade da argamassa nas formas de abastecimento do balancim. Para finalizar, tem-se o sétimo capítulo, onde constam as considerações finais, proporcionando o fechamento deste trabalho.

## **2 DIRETRIZES DA PESQUISA**

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

### **2.1 QUESTÃO DE PESQUISA**

Em relação ao tema abordado, formulou-se a seguinte questão de pesquisa do trabalho: quais são as vantagens e desvantagens, comparativamente, geradas pela utilização de silos ou materiais ensacados no processo de abastecimento de argamassa para revestimento externo?

### **2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA**

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundários e são descritos a seguir.

#### **2.2.1 Objetivo principal**

O presente trabalho tem como objetivo principal a comparação dos processos estudados de produção de argamassa para revestimento externo.

#### **2.2.2 Objetivos secundários**

Têm-se como objetivos secundários a avaliação dos processos:

- a) quanto à influência do sistema de produção da argamassa na resistência à tração na flexão e à compressão;
- b) no fluxo de atividades gerado pela a utilização de cada sistema;
- c) no custo envolvido para a utilização de cada sistema;
- d) na homogeneidade das características da argamassa ao longo do sistema no caso de utilização de silos.



## 2.3 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se a comparação dos processos de abastecimento de argamassa para revestimento externo utilizando silos e argamassa ensacada em uma obra de Porto Alegre.

## 2.4 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho:

- a) acompanhou-se uma obra que estava utilizando o processo com silos de argamassa de forma prioritária, mas em alguns momentos também utilizava o sistema com argamassa ensacada;
- b) os testes de aderência à tração foram realizados somente nas fachadas leste e sul;
- c) a comparação dos sistemas de produção é feita somente nas atividades de recebimento, armazenamento, produção e utilização da argamassa;
- d) no processo de abastecimento utilizando silos, o presente trabalho considera apenas o método de bombeamento a úmido para realizar a comparação.

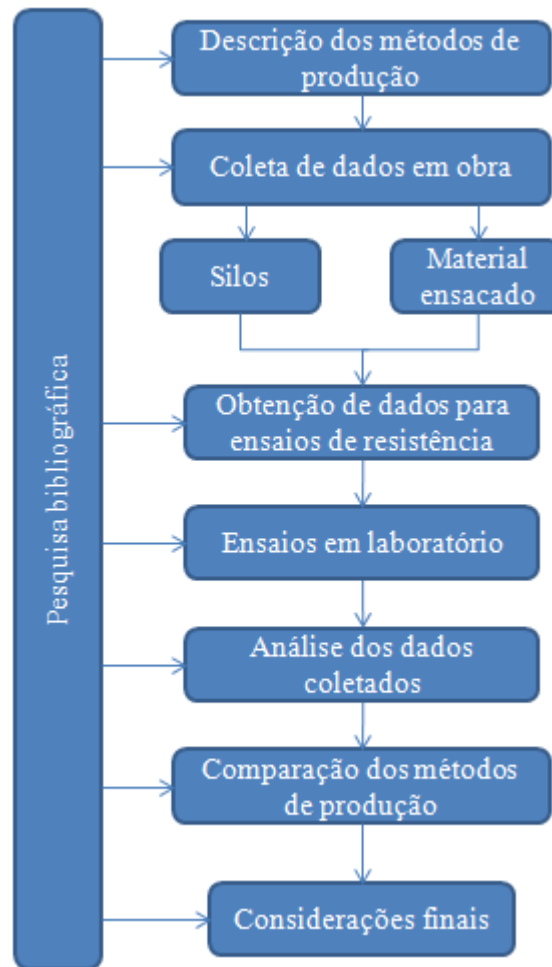
## 2.5 DELINEAMENTO

O trabalho é realizado através das etapas apresentadas a seguir e que são descritas nos próximos itens:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) descrição dos métodos de abastecimento;
- c) coleta de dados em obra;
- d) obtenção de dados para ensaios de resistência;
- e) ensaios em laboratório;
- f) análise dos dados coletados;
- g) comparação dos métodos de produção;
- h) considerações finais.

Na figura 1, apresenta-se o diagrama com a sequência das etapas e suas predecessoras.

Figura 1 – Diagrama das etapas da pesquisa



(fonte: elaborado pelo autor)

### 2.5.1 Pesquisa bibliográfica

Ao longo da pesquisa bibliográfica buscou-se obter um maior conhecimento sobre o assunto abordado no trabalho, através de livros, revistas, trabalhos acadêmicos, relatórios de organizações e normas. Por ser uma etapa que exige mais tempo de leitura e reflexão, foi uma etapa mais duradoura que as demais, pois a busca por informações foi contínua.

### 2.5.2 Descrição dos métodos de produção

A descrição dos sistemas de produção deu-se a partir das informações obtidas na pesquisa bibliográfica. Nesta etapa do trabalho, verificou-se como é a funcionalidade de cada processo

de abastecimento estudado, sendo que para determinar os mesmos, foram considerados o transporte, o recebimento, o armazenamento e as formas de preparo da argamassa.

### **2.5.3 Coleta de dados em obra**

Após análise das informações obtidas na etapa de descrição dos sistemas de produção, coletou-se dados em uma obra com o intuito de comparar os sistemas. Para a comparação dos processos, foram levantados dados em relação ao custo e ao desenvolvimento de cada método em uma obra de Porto Alegre. A coleta se deu em uma obra que empregou os dois sistemas de produção de argamassa para revestimento externo simultaneamente.

### **2.5.4 Obtenção de dados para ensaios de resistência**

Em virtude de se analisar as propriedades das argamassas em ambos os sistemas de produção, foram realizadas coletas de argamassas no estado fresco e moldadas em fôrmas metálicas conforme recomendação da NBR 13529 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995), para serem realizados testes em laboratório. As amostras no caso de argamassa armazenada em silos foram coletadas em três instantes distintos do sistema. No caso do uso de argamassa ensacada, a coleta ocorreu em um único ponto. Os corpos de prova foram armazenados durante 28 dias em ambiente seco, com umidade natural e em piso estável.

Para realizar os ensaios de aderência, foi contratada uma empresa pela obra para realizar os testes de aderência à tração. Esse tipo de ensaio é realizado em corpos de prova obtidos através do corte do revestimento com serra copo.

### **2.5.5 Ensaios em laboratório**

Os ensaios de laboratório de tração na flexão e de compressão foram realizados com os corpos de prova em idade de 28 dias. Já em relação ao teste de resistência de aderência à tração, utilizou-se da contratação de um laboratório terceirizado para realizar os corpos de prova, sendo que estes foram preparados no dia do ensaio utilizando cola epóxi para colar pastilhas

no revestimento, para em seguida, utilizar-se de um equipamento de tração para verificar a resistência da argamassa ao substrato após os 28 dias. O ensaio de resistência de aderência a tração foi realizado somente a fim de se verificar a aderência da argamassa conforme os locais coletados, sem ser realizada uma análise mais profunda sobre os resultados obtidos

### **2.5.6 Análise dos dados coletados**

Nesta etapa do trabalho, a partir dos dados coletados nas obras, foram analisados os custos mensais de cada sistema, assim como, a qualidade do revestimento externo em diversos momentos da utilização dos sistemas. É nesta etapa do trabalho que foram analisados os resultados dos corpos de prova dos ensaios realizados no laboratório.

### **2.5.7 Comparação dos métodos de produção**

A comparação dos sistemas de produção deu-se com base no acompanhamento das atividades de produção do revestimento e nos resultados obtidos nos ensaios de caracterização da argamassa. Foi nesta etapa que o fluxograma de atividades atribuídas a cada método de abastecimento foi elaborada.

### **2.5.8 Considerações finais**

Nesta etapa do trabalho, foram analisadas as vantagens e desvantagens que cada processo pode proporcionar a obra em relação as suas atividades envolvidas.

### **3 CONCEITOS BÁSICOS SOBRE REVESTIMENTO EXTERNO EM ARGAMASSA**

Segundo Ceotto et al. (2005, p. 17), o projeto de revestimento diferencia-se dos demais projetos da obra por se tratar de um projeto com características evolutivas, no qual, alguns parâmetros utilizados no mesmo devem ser aferidos em um determinado instante da obra. Entre os parâmetros a verificar citados pelos autores, os mais importantes são:

- a) desaprumo da estrutura;
- b) propriedades reais dos componentes da vedação;
- c) propriedades reais das argamassas de mercado;
- d) experiência das empresas responsáveis pela aplicação do revestimento.

Conforme Ceotto et al. (2005, p. 19), o projeto de revestimento de fachada tem seu início logo após a entrega dos projetos preliminares de arquitetura, estrutura e vedação. A compatibilização dos projetos é de extrema importância para que a obra seja executada sem perdas e atrasos, pois um projeto é a base para um bom planejamento da obra. Além de disponibilizar os desenhos com os detalhamentos construtivos, o projeto de revestimento externo indica quais os tipos de materiais e equipamentos serão necessários para a realização desta etapa da construção.

Nos itens a seguir, são apresentados alguns conceitos sobre argamassa muitas vezes desconhecidos pelos funcionários envolvidos nos processos do revestimento.

#### **3.1 FUNÇÕES DO REVESTIMENTO EXTERNO**

Conforme o Manual de Revestimento de Fachada (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006, p. 13), o revestimento de argamassa pode ser considerado como a proteção de uma superfície porosa com espessura normalmente uniforme. O resultado é uma superfície apta para receber o acabamento final a fim de dar uma decoração de maneira adequada.

Segundo o mesmo Manual, o revestimento de argamassa tem, além de contribuir para a estética da fachada, as seguintes funções:

- a) proteger a base, normalmente composta de alvenaria (blocos cerâmicos ou de concreto) e estrutura do edifício das intempéries agressivas, e por consequência, evitar a degradação precoce das mesmas, assim como sustentar a durabilidade evitando a formação de manifestações patológicas;
- b) proteger de maneira térmica e acústica o interior do prédio;
- c) ser estanque à água e aos gases, assim como resistente ao fogo;
- d) regularizar a estrutura de forma a servir de base regulada para outros tipos de revestimento.

Em contrapartida, o Manual (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006, p. 13) ressalta que não é função do revestimento de argamassa corrigir imperfeições grotescas na estrutura ou na alvenaria. A tentativa de correção das imperfeições excessivas, muitas vezes, acarreta em grandes espessuras de revestimento, ocasionando perdas das características de aderência da argamassa, e o descumprimento das reais funções do revestimento. Para Baía e Sabbatini (2008, p. 14), o revestimento de argamassa cumprirá adequadamente as suas funções quando apresentar um conjunto de propriedades específicas da argamassa, tanto no estado fresco como no endurecido.

### 3.2 CARACTERÍSTICAS DAS ARGAMASSAS

Segundo a NBR 13529 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995, p. 3), argamassa de revestimento é a mistura homogênea de agregado miúdo, aglomerante inorgânico e água, com aditivos ou não, e com propriedades de aderência e endurecimento.

Em relação à argamassa industrializada, a mesma Norma define como:

Produto proveniente da dosagem controlada, em instalação própria, de aglomerante(s) de origem mineral, agregado(s) miúdo(s) e, eventualmente, aditivo(s) e adição(ões) em estado seco e homogêneo, ao qual o usuário somente necessita adicionar a quantidade de água requerida.

De acordo com Baía e Sabbatini (2008, p. 39), a argamassa industrializada pode ser fornecida a obra em sacos ou em silos, sendo que cada uma das duas maneiras têm suas respectivas formas de produção do revestimento, quanto seu sequenciamento, e referente às ferramentas e

equipamentos necessários. Conforme Rocha (2011, p. 54), a argamassa industrializada tem como grande ganho o melhor controle de qualidade da mistura, pois segundo Mércia Maria Battura de Barros<sup>1</sup>, por ser um produto industrializado, ela apresenta uma melhor uniformidade de características. Segundo Mércia, os únicos controles que a obra deve realizar em relação ao preparo da argamassa industrializada, é a quantidade de água adicionada e o tempo de mistura.

Em relação às características desejáveis às argamassas, Rocha (2011, p. 56)<sup>2</sup> indica:

Tanto no estado fresco como no endurecido, a argamassa deve atender às condições a que está sujeita sem perder as suas características e propriedades durante a vida útil do subsistema revestimento. São elas:

- a) trabalhabilidade adequada à sua aplicação;
- b) consistência adequada ao equipamento de lançamento ou aplicação;
- c) não segregar facilmente ao ser transportada;
- d) adequada retenção de água em relação às condições do substrato e às condições ambientais do local;
- e) resistência de aderência ao substrato;
- f) resistência superficial;
- g) resistência mecânica à compressão, à tração na flexão e à tração superficial;
- h) capacidade de absorver deformações;
- i) impermeabilidade à ação da água da chuva e da limpeza;
- j) estabilidade dimensional;
- l) características estéticas compatíveis com as exigências do projeto;
- m) desempenho adequado às condições de utilização.

Entre tantas outras vantagens no uso da argamassa industrializada, Rocha (2011, p. 54) ressalta a melhora na logística do canteiro de obras. Conforme Baía e Sabbatini (2008, p. 43), a argamassa ensacada possibilita uma redução da ocupação do canteiro, necessitando apenas de uma área de estocagem, sendo essa de preferência perto do local de transporte para os pavimentos superiores. Já quando é utilizado o silo de argamassa, deve-se prever um local

---

<sup>1</sup> Mércia Maria Battura de Barros, professora-doutora do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP), foi entrevistada por ROCHA, A. P.

<sup>2</sup> Eleana Patta Flain, mestre em engenharia de construção civil e especialista em argamassas, foi entrevistada por ROCHA, A. P.

para compor o silo e suas respectivas bombas, além de um local para a passagem da tubulação das mesmas.

Dentro das características da argamassa, também é importante verificar as suas propriedades. Nos itens a seguir, é realizada uma pequena descrição de como a argamassa deve se portar, independentemente de serem ensacadas ou em silos, e, além disso, de que maneira as formas de abastecimento dos balancins influenciam na qualidade da argamassa.

### **3.2.1 Propriedades da argamassa no estado fresco**

Gomes (2008, p. 2) afirma “[...] que para se obter argamassas endurecidas de boa qualidade, é necessário que elas sejam tratadas cuidadosamente na fase plástica.”. O autor destaca a importância de se conhecer o comportamento da argamassa no estado plástico, pois são as deficiências geradas nessa fase que resultarão em perdas de características qualitativas da argamassa. Um exemplo desta situação é quando se utiliza muita água na mistura, acarretando na perda de resistência da argamassa.

As argamassas no estado fresco apresentam as seguintes propriedades (BAÍA; SABBATINI, 2008; MOURA, 2007):

- a) massa específica e teor de ar incorporado;
- b) trabalhabilidade e consistência;
- c) retenção de água;
- d) aderência inicial;
- e) retração na secagem.

Segundo Baía e Sabbatini (2008, p. 15), a massa específica corresponde à relação entre a massa e o volume da argamassa. A massa específica pode ser tanto absoluta quanto relativa, tendo somente como diferença a consideração de vazios ou não, pois a massa específica absoluta não considera os vazios da argamassa, já a massa específica relativa considera. O teor de ar incorporado é a quantidade de ar existente em um determinado volume de argamassa. Para Moura (2007, p. 39), o teor de ar incorporado nas argamassas refere-se as bolhas de ar que são incorporadas à mistura, sendo diferente daquelas que são decorrentes da própria mistura ou da evaporação de água.



A trabalhabilidade é uma característica qualitativa da argamassa, sendo que esta pode ser interferida pelo teor de ar incorporado, pois quanto maior a quantidade de ar incorporado melhor a trabalhabilidade. Entretanto, a quantidade de ar tem um limite a ser seguido, caso contrário começa a interferir na resistência da argamassa. Para o reboco ter uma boa aplicação, a argamassa deve de ter tanto boa trabalhabilidade quanto consistência (BAÍA; SABBATINI, 2008, p. 16-17).

Os autores Baía e Sabbatini (2008, p. 17) ainda afirmam que a argamassa deve ter a capacidade de reter água para que o cimento tenha a gradativa hidratação, melhorando a resistência conforme o endurecimento do revestimento. Caso, ao ser aplicada na superfície, a argamassa perder muito rapidamente a água incorporada, a resistência do revestimento acaba comprometida. A rápida perda de água também pode gerar fissuras no revestimento. Conforme Alves<sup>3</sup> (2002 apud MOURA, 2007, p. 38), além da capacidade de reter água influenciar na adesão inicial e posterior aderência dos revestimentos, essa característica pode influenciar na execução do revestimento quanto aos tempos de sarrafeamento e desempenho.

A aderência inicial, conforme Baía e Sabbatini (2008, p. 17-18), depende muito dos itens anteriores, pois ela depende da consistência, da capacidade de reter a água ao entrar em contato com a superfície e da trabalhabilidade. Outros fatores importantes que estão ligados à aderência da argamassa são a limpeza da base a ser revestida, a rugosidade do chapisco e a maneira que a argamassa é aplicada, pois ela deve de ser comprimida contra a base para que não se criem vazios entre o revestimento e a base. Segundo Paes<sup>4</sup> (2004 apud MOURA, 2007, p. 25) para a argamassa ter uma ideal adesão ao substrato, é imprescindível que o líquido cubra completamente a superfície do sólido, sem deixar vazios.

A retração na secagem, segundo Baía e Sabbatini (2008, p. 19-20), é outra propriedade que depende da quantidade de água que evapora do revestimento, ou seja, da capacidade de reter água. A rápida perda de água após a aplicação causa fissuras no revestimento principalmente quando se fala em argamassas mais fortes, pois são as que não têm a capacidade de trabalhar, aparecendo mais facilmente a ruptura. Camadas espessas de revestimento também prejudicam

---

<sup>3</sup> ALVES, N. J. D. **Avaliação dos aditivos incorporadores de ar em argamassas de revestimento**. 2002. 175 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2002.

<sup>4</sup> PAES, I. N. L. **Avaliação do transporte de água em revestimentos de argamassa nos momentos iniciais pós aplicação**. 2004. 242 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

a retração na secagem, pois a camada mais externa tende a perder água somente por evaporação. Rachaduras no revestimento deixam as edificações mais propícias a patologias, portanto, essa característica é muito importante para o bom desempenho do revestimento.

### **3.2.2 Propriedades da argamassa no estado endurecido**

Baía e Sabbatini (2008, p. 21) explicam que as propriedades da argamassa no estado endurecido correspondem às propriedades do próprio revestimento, sendo que o nível de exigência (quadro 1) não é o mesmo para todas as condições que o revestimento enfrentará. O nível de exigência cresce de 1 a 4, sendo esta uma escala qualitativa, e é através dela que pode-se notar as propriedades com maior relevância para o revestimento. Conforme aumenta o nível de exigência, maior a relevância da propriedade para o revestimento, ou seja, se o nível estiver em 4 em alguma situação de aplicação da argamassa, a propriedade é exigida ao máximo naquela situação e requer atenção. Em contrapartida, caso o nível esteja indicando 1, a propriedade pouco representa naquela situação de revestimento.

Sobre as propriedades da argamassa no estado endurecido, Gomes (2008, p. 8) determina:

[...] possui propriedades que lhe são inerentes, sendo, portanto, avaliadas diretamente em corpos de prova, e outras que dependem da interação desse material com a base e só podem ser avaliadas em conjunto, isto é, no revestimento. Entre as primeiras têm-se: resistência à compressão axial, tração à flexão, tração por compressão diametral, elasticidade, retração, massa específica e permeabilidade. E entre as segundas, podemos mencionar: resistência de aderência à tração, dureza superficial, propagação de ondas sonoras e durabilidade.

As propriedades das argamassas no estado endurecido são de enorme importância para o revestimento. A análise das características do revestimento só podem ser realizadas após conhecer-se bem as propriedades da argamassa. A seguir são descritas as principais propriedades da argamassa no estado endurecido.

Quadro 1 – Níveis de exigência das propriedades do revestimento externo em relação ao local que será aplicado o revestimento

PROPRIEDADES	CONDIÇÕES DE EXPOSIÇÃO				
	Interno			Externo	
	Paredes		Teto	Paredes	
	base pintura	base cerâmica		base pintura	base cerâmica
Capacidade de aderência	2	2	3	3	4
Capacidade de absorver deformações	3	1	3	4	4
Resistência à tração e à compressão	1	2	1	3	4
Resistência ao desgaste superficial	3	1	1	2	1
Durabilidade	2	2	1	4	3

(fonte: BAÍA; SABBATINI, 2008, p. 22)

### 3.2.2.1 Resistência à tração na flexão

Segundo Gomes (2008), a partir de 2005, a alteração das dimensões dos corpos de prova conforme a NBR 13279 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005), possibilitou a realização do ensaio de resistência à tração na flexão. Conforme essa Norma, devem ser moldados seis corpos de prova (dimensões de 40 mm x 40 mm x 160 mm) de cada tipo de argamassa para a realização do ensaio de resistência à tração na flexão. A carga deve ser aplicada no centro dos corpos de prova bi-apoiados, sendo que o afastamento do apoio deve ser de 10 cm. Com a ruptura dos corpos de prova na parte central, geram-se dois novos corpos de prova que servem para realizar o ensaio de resistência à compressão.

### 3.2.2.2 Resistência à compressão

O ensaio de resistência à compressão é realizado seguindo o procedimento da NBR 13279 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005), sendo que os corpos de

prova são as duas partes que resultaram do ensaio de resistência à tração. Conforme Carasek<sup>5</sup> (2007 apud SANTOS, 2008, p. 21):

[...] a resistência mecânica diz respeito à propriedade dos revestimentos de possuírem um estado de consolidação interna capaz de suportar esforços mecânicos das mais diversas origens e que se traduzem, em geral, por tensões simultâneas de tração, compressão e cisalhamento.

Gomes (2008, p. 8) destaca que a resistência à compressão nas argamassas destinadas a revestimentos não é primordial, podendo assim ser tratada sem maiores preocupações. Segundo Sabbatini<sup>6</sup> (1984 apud GOMES, 2008, p. 8), os ensaios de resistência à compressão podem ser feitos com a finalidade de controlar a argamassa que esta sendo preparada, obtendo assim informações sobre o grau de hidratação e, conseqüentemente, o seu poder de resistir às ações externas.

### 3.2.2.3 Resistência de aderência à tração

O teste de resistência de aderência à tração tem como objetivo, segundo Moura (2007, p. 90-91), a determinação da resistência de aderência do conjunto camada de preparo com camada de revestimento. Este ensaio segue o procedimento determinado pela NBR 13528 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010), onde se determina que sejam ensaiados seis corpos de prova, correspondentes a seis pastilhas circulares de diâmetro 5 cm, coladas à superfície do revestimento e arrancadas com equipamento de tração específico. A resistência de aderência é estabelecida pela média das tensões máximas suportadas por cada corpo de prova submetido aos esforços de tração aplicados pelo equipamento.

---

<sup>5</sup>CARASEK, H. **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. São Paulo: IBRACON, 2007.

<sup>6</sup>SABBATINI, F. H. **O processo construtivo de edifícios de alvenaria estrutural sílico-calcário**. 298 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.

## 4 PROCESSO DE PRODUÇÃO DO REVESTIMENTO

O planejamento do procedimento de produção tem por finalidade a verificação antecipada do desenvolvimento da atividade assim como determinar os pontos cruciais para que o revestimento externo seja realizado dentro dos parâmetros esperados. Conforme Ceotto et al. (2005, p. 48-49), o procedimento de revestimento externo deve contemplar as condições para o início dos serviços, sendo verificada as atividades que antecedem o revestimento, além das etapas do processo executivo, ou seja, como será realizado a atividade.

Como todas as atividades de uma obra, o revestimento externo está vinculado ao planejamento geral do empreendimento. Por se tratar de uma etapa importantíssima da obra, além de marcar o fim da parte de revestimentos e o início da fase de acabamentos, o revestimento externo deve ser planejado com certa antecedência. Segundo Ceotto et al. (2005, p. 50), é necessário iniciar com as devidas providências de 90 a 120 dias antes da data de início programada para a realização do revestimento.

Dando início ao planejamento, Ceotto et al. (2005, p. 31) afirmam que:

[...] o planejamento da produção do revestimento em argamassa deve contemplar os seguintes passos:

- a) apresentação e capacitação das equipes envolvidas;
- b) processo de escolha e contratação de recursos;
- c) treinamento das equipes de fiscalização da obra;
- d) cronograma;
- e) atribuições de responsabilidades.

De acordo com o Manual de Revestimento de Fachada (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006, p. 33), o treinamento se divide em duas partes: para a equipe técnica e para os pedreiros. O treinamento da equipe técnica deve ser realizado a fim de abordar todas as etapas do processo de revestimento externo, tendo como instrumentos os projetos e o planejamento da produção, sendo eles utilizados de forma intensa. O objetivo do treinamento é que a equipe técnica tenha total domínio sobre todos os detalhes do revestimento externo. Já o treinamento da equipe dos pedreiros deve ser ministrado por um funcionário capacitado,

sendo capaz de avaliar os alunos na execução do revestimento externo, além de passar todos os detalhes da fachada que será revestida.

Para seleção das argamassas, Ceotto et al. (2005, p. 22-23) afirmam que qualquer que seja a alternativa de preparo de argamassa escolhida pela obra, deve ser realizado um estudo detalhado de todos os fatores que podem vir a interferir na qualidade e na produtividade dos serviços voltados ao revestimento externo. O estudo deve estar voltado para as frentes de trabalho, além da interferência causada pelo fluxo do sistema adotado no *layout* do canteiro.

Segundo Ceotto et al. (2005, p. 54), dentro das atribuições de responsabilidades, compete ao fornecedor de argamassa garantir o fornecimento nas quantidades e nos prazos exigidos pelo cronograma da obra. Além disso, é também dever do fornecedor, garantir o cumprimento das características técnicas do sistema de revestimento especificado pelo projetista.

Em continuidade ao planejamento, a Comunidade da Construção ([2009]) sugere como práticas recomendáveis os seguintes passos:

- a) dimensionamento dos balancins;
- b) definição dos pontos de abastecimento;
- c) recebimento da argamassa;
- d) gestão do fluxo de transporte da argamassa.

Concluídas as etapas de planejamento e dimensionamento, deve se verificar as condições para dar início às atividades, e segundo Ceotto et al. (2005, p. 48-49):

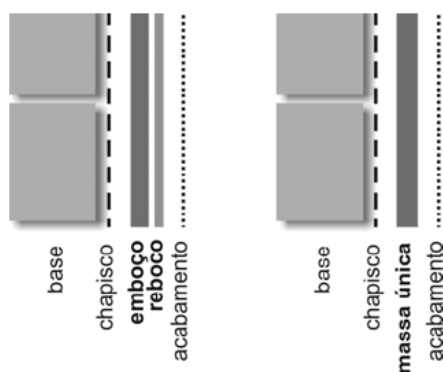
Devem ser observadas todas as etapas que antecedem o início do revestimento externo, bem como os prazos mínimos especificados pelas normas brasileiras:

- a) estrutura concluída;
- b) vedações externas concluídas;
- c) vigas de borda concluídas, dimensionadas para os esforços do balancim;
- d) contramarcos instalados, quando existirem;
- e) materiais, equipamentos e ferramentas disponíveis: argamassadeiras, cimento, areia, aditivo, argamassa de emboço, argamassa colante ou chapisco industrializado, telas de reforço, etc.;
- f) a mão de obra contratada;
- g) montagem dos balancins executada;

- h) elementos pré-moldados e decorativos planejados e/ou executados: peitoris, cornijas e outros, quando existirem;
- i) colocação da tela de proteção de fachada.

Após serem verificadas as condições para se iniciar o revestimento externo, e realizado a liberação pela equipe técnica da obra, inicia-se a sua execução em argamassa. Segundo Paravisi (2008, p. 23), entre os diversos sistemas de revestimento externo no Brasil, o revestimento de argamassa é o mais utilizado, sendo que este pode variar a sua composição (figura 2).

Figura 2 – Sistema de vedação e revestimento com argamassa



(fonte: PARAVISI, 2008, p. 23)

O revestimento pode ser composto por mais de uma camada, sendo essas denominadas de emboço e reboco, ou por uma única camada chamada de massa única. Conforme a NBR 13749 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996, p. 2), a espessura admissível do revestimento externo esta compreendida entre 2 e 3 cm. Em relação a espessuras maiores que as admissíveis por essa Norma, Baía e Sabbatini (2008, p. 44-45) recomendam:

Caso não seja possível atender às espessuras admissíveis, devem ser tomados cuidados especiais. Se a espessura do revestimento for maior, devem ser adotadas soluções que garantam a sua aderência.

No caso de a espessura do revestimento estar entre 3 e 5 cm, a aplicação da argamassa deve ser feita em duas demãos, respeitando um intervalo de 16 horas entre elas, no mínimo. Se a espessura for de 5 a 8 cm, a aplicação deve ser feita em três demãos, sendo as duas primeiras encasquilhadas. Nesses casos também pode ser previsto o uso de telas metálicas no revestimento.

Em contrapartida, caso a espessura do revestimento seja menor que a admissível, Baía e Sabbatini (2008, p. 45) afirmam que ela não deve ultrapassar alguns limites mínimos (tabela 1) para não afetar a base do revestimento.

Tabela 1 – Espessuras mínimas nos pontos críticos

<b>TIPO DE BASE</b>	<b>ESPESSURA MÍNIMA (mm)</b>
<b>Estrutura de concreto em pontos localizados</b>	10
<b>Alvenaria em pontos localizados</b>	15
<b>Vigas e pilares em regiões extensas</b>	15
<b>Alvenaria em regiões extensas</b>	20

(fonte: BAÍA; SABBATINI, 2008, p. 45)

Definidas as diretrizes da espessura do revestimento, é iniciado o revestimento externo, que segundo Ceotto et al. (2005, p. 67-74), seguem uma sequência de atividades (figura 3), iniciando com a limpeza da superfície (primeira subida), para em seguida ser realizado o mapeamento da fachada através de prumadas e a aplicação do chapisco (primeira decida). Concluído o chapisco, é verificado a planicidade da estrutura, executando o taliscamento e o emboço quando necessário (segunda subida), sendo que para concluir realiza-se o reboco (segunda decida).

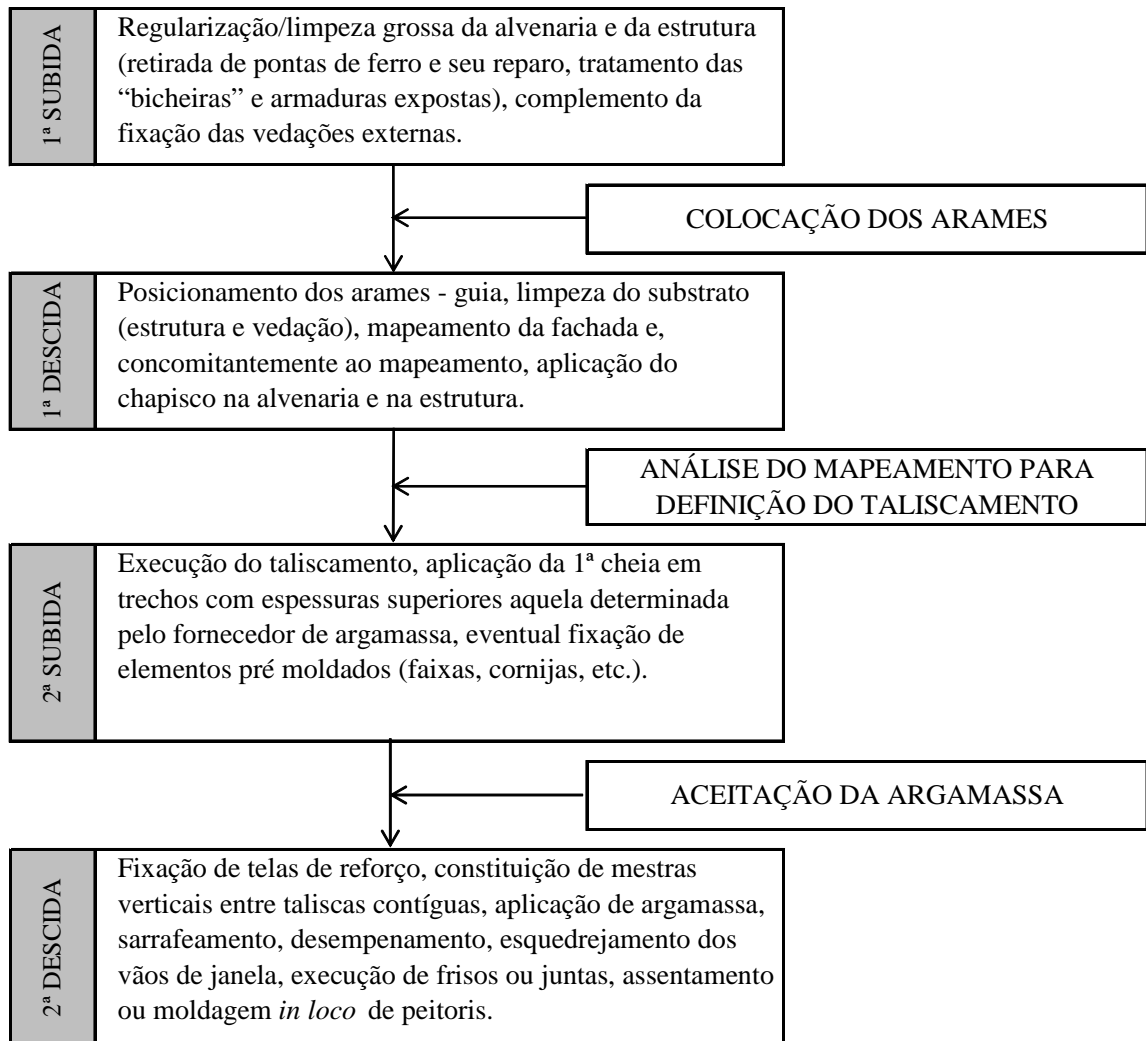
Um fator importante a ser analisado durante as sequências das atividades do revestimento são as condições da estrutura em que será realizado o chapisco e, em seguida, o revestimento em argamassa. A primeira subida tem um papel fundamental na qualidade que o revestimento vai atingir após ser aplicado.

Conforme Silva (Ricardo André da, 2011, p. 26), a superfície que vai receber o chapisco deve estar limpa para que possibilite à aderência necessária as camadas de revestimento a serem aplicadas. Durante a limpeza são removidos pontas de ferro que ficaram para fora da estrutura ou rebarbas de concreto que estão em excesso. Segundo Ceotto et al. (2005, p. 68), as principais patologias (figura 4) de revestimento nas superfícies de concreto surgem da incorreta limpeza da superfície, sendo que esta pode ter acúmulo de desmoldantes e/ou nata



proveniente da fase de execução da estrutura. Devido a isso, devem-se realizar ranhuras no concreto, utilizando-se escovas de aço ou ferramentas que apicoam a estrutura. Ao término deste processo de limpeza, a estrutura deve apresentar os poros abertos, tornando-a mais áspera, possibilitando a microancoragem e a macroancoragem.

Figura 3 – Modelo de produção do revestimento externo



(fonte: CEOTTO et al., 2005, p. 75)

Figura 4 – Descolamento de placas de revestimento devido a não aderência do chapisco à viga



(fonte: foto do autor)

## **5 SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ARGAMASSA PARA REVESTIMENTO EXTERNO**

Neste capítulo, serão abordados dois sistemas de produção de argamassa para revestimento externo, um referindo-se a utilização de materiais ensacados e outro considerando o uso de silos. Para um melhor entendimento, primeiramente cada processo será explicado separadamente, conforme Ceotto et al. (2005, p. 57), segundo as etapas de:

- a) treinamento;
- b) recebimento e descarregamento do material;
- c) armazenamento dos materiais;
- d) preparo das argamassas.

Buscando analisar os diferentes métodos, Maciel et al. (1998, p. 19) realizaram uma breve caracterização de cada método, em que já se podem perceber algumas diferenças que são significativas para um canteiro de obra.

Para o sistema utilizando argamassa ensacada, tem-se:

- a) central de produção, caso não seja produzido nos próprios pavimentos dos edifícios;
- b) possibilidade de redução da ocupação do canteiro e interferência com o transporte vertical de outros materiais, produção nos pavimentos;
- c) diminuição das áreas de estocagem, estocagem somente dos sacos de argamassa;
- d) maior facilidade de controle e estocagem de material.

Para o sistema de argamassa utilizando silos tem:

- a) dispensa da organização de uma central de produção, necessitando somente um local para instalação do silo;
- b) diminuição das áreas de estocagem, pois todos os materiais constituintes da argamassa ficam armazenados no próprio silo;
- c) maior facilidade de controle e estocagem de material;
- d) mistura feita no equipamento acoplado no próprio silo, podendo existir ou não interferências com o transporte de outros materiais;

- e) mistura no pavimento, elimina-se a interferência do transporte dessa argamassa com outros materiais, otimizando a execução do revestimento.

## 5.1 SISTEMA DE PRODUÇÃO UTILIZANDO ARGAMASSA ENSACADA

O sistema de produção com argamassa ensacada, devido ao elevado número de atividades que o processo necessita, exerce uma forte influência dentro do canteiro de obra. Neste processo, existe a necessidade de depósitos, meios de transporte e local de preparo da argamassa. Ao longo da definição do processo, será possível analisar a importância dos pontos cruciais anunciados.

No processo utilizando argamassa ensacada, o controle de recebimento de insumos ocorre segundo Ceotto et al. (2005, p. 76-77):

[...] antes da descarga por amostragem, mediante inspeção visual, a existência de furos, rasgos, manchas de umidade, e conferir os dados da embalagem, tais como:

- a) nome do fabricante e marca do produto;
- b) denominação normalizada do produto;
- c) massa líquida de produto contido na embalagem (kg);
- d) campo de aplicação do produto;
- e) composição qualitativa;
- f) data de fabricação e validade do produto;
- g) quantidade recomendada de água a ser incorporada ao produto, expressa em quilogramas (kg) ou litros (L), no caso de argamassa industrializada;
- h) processo e tempo ideal de mistura.

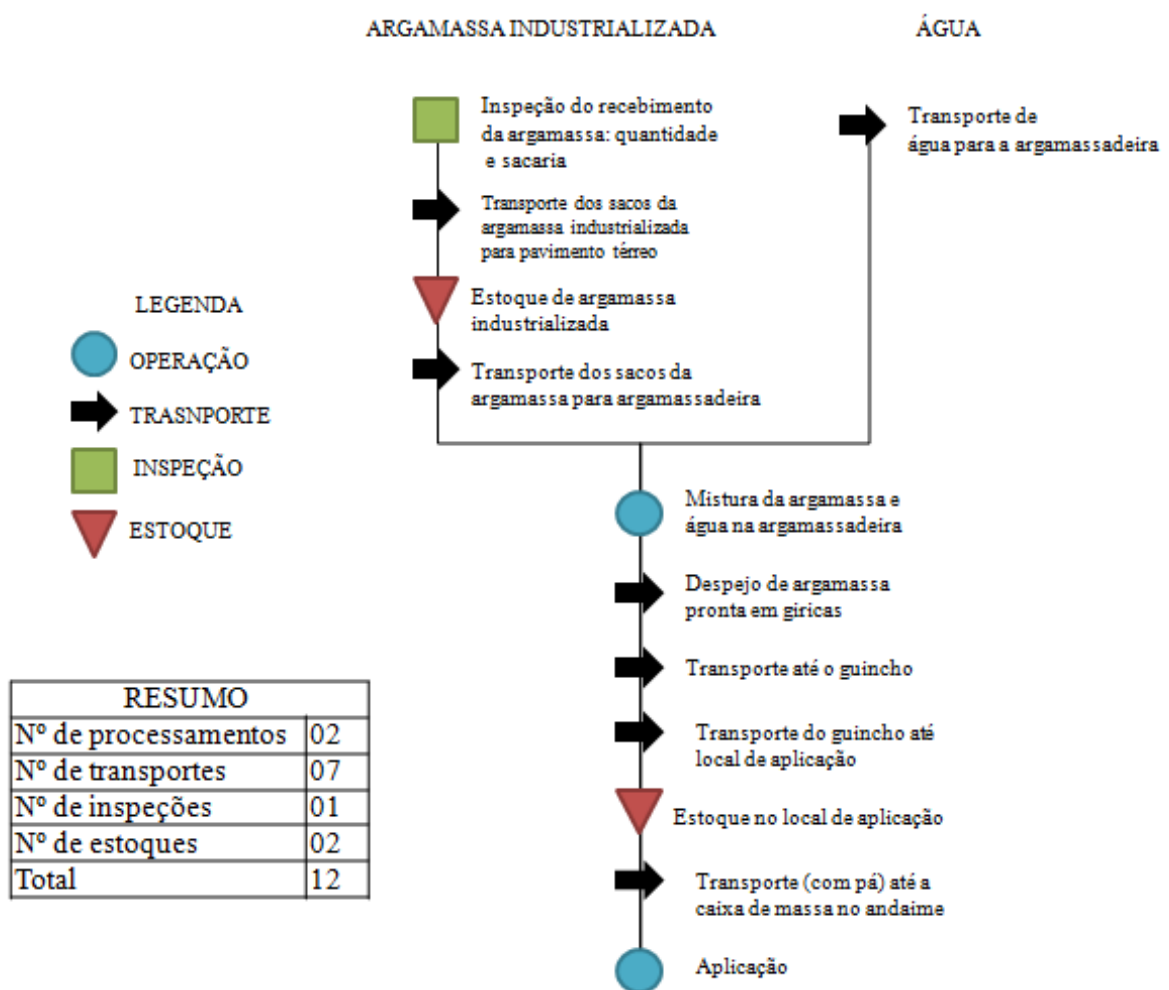
Baía e Sabbatini (2008, p. 42) alertam que “A falta de organização do canteiro gera deficiências na movimentação de material, que contribui para o grande desperdício de tempo e consumo exagerado dos recursos humanos.”. Segundo Rocha (2011, p. 56), o ideal é que a argamassa seja preparada o mais próximo possível do local de aplicação, evitando assim, o excesso de transporte com a argamassa no estado fresco.

Dentro do processo de preparo da argamassa ensacada, o transporte de material é a atividade que mais exige tempo, mas a que menos agrega valor. Conforme Baía e Sabbatini (2008, p.

42), o canteiro de obras deve estar devidamente preparado para receber o material ensacado, assim como deve estar adequado para as atividades de transporte do material, tanto na horizontal como na vertical. Dentro dos ciclos de atividades ligadas ao processo utilizando argamassa ensacada, o transporte é a atividade mais frequente.

Um ponto fundamental neste processo de abastecimento é o local de preparo da argamassa, conforme visto nas figuras 5 e 6, pois pode ser realizado em uma central de preparo, localizado no térreo do edifício, onde a argamassa é transportada no estado fresco, ou preparada no pavimento que será feito o abastecimento ao pedreiro (BAÍA, SABBATINI, 2008, p. 39).

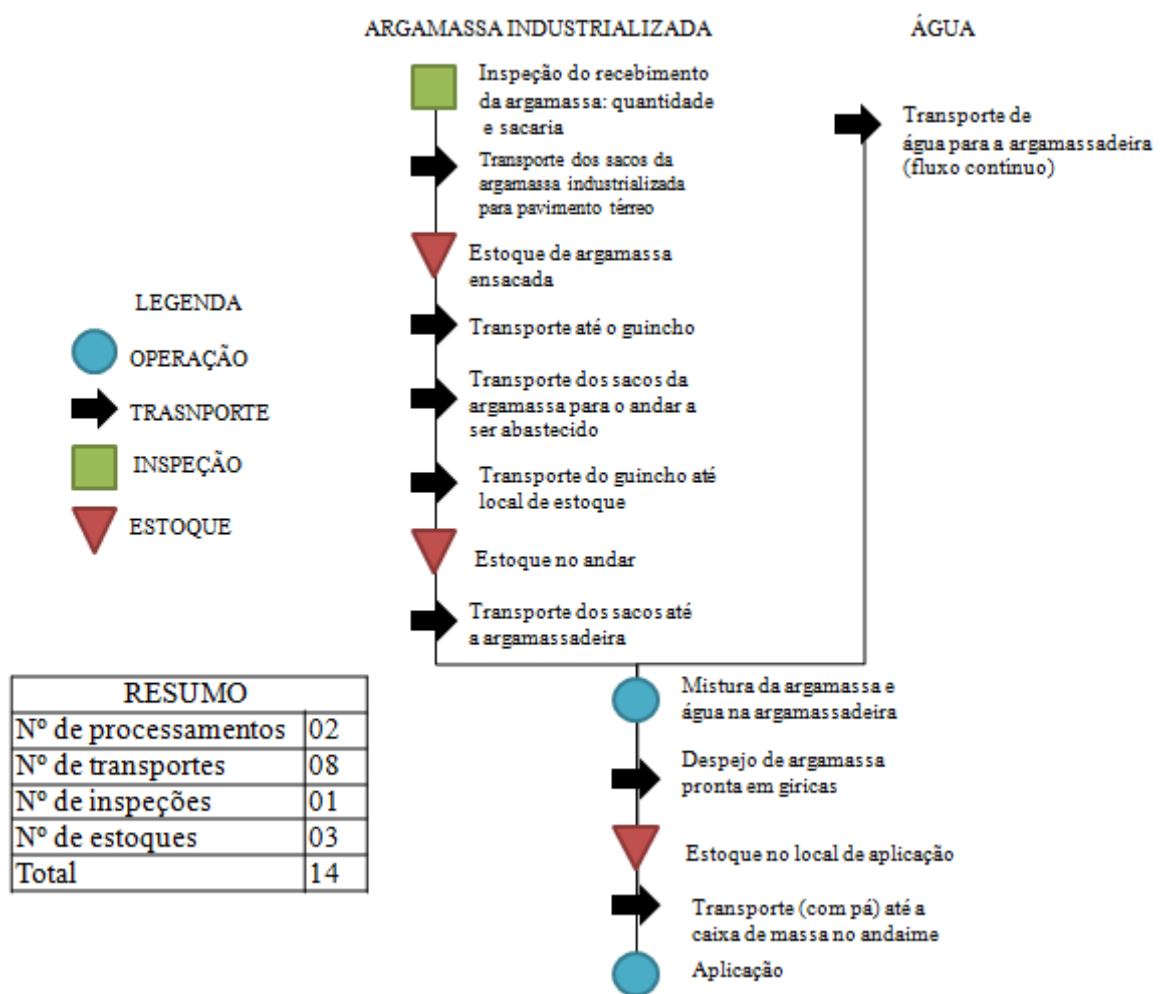
Figura 5 – Fluxograma das atividades do processo de abastecimento de argamassa preparada em central



(fonte: adaptado de COSTA, 2005, p. 82)

Verificando o fluxograma de atividades quando a central fica posicionada no andar térreo, pode-se notar que a recomendação de Rocha (2011, p. 56), em relação à diminuição do transporte da argamassa no estado fresco, não é atendida. Segundo o autor, o transporte da argamassa no estado fresco pode gerar a separação do material sólido da água, sendo que isso pode indicar uma baixa capacidade de retenção de água, o que pode ser prejudicial ao desempenho do revestimento.

Figura 6 – Fluxograma das atividades do processo de abastecimento de argamassa preparada no pavimento a ser abastecido



(fonte: adaptado de PARAVISI, 2008, p. 118)

Analisando as duas maneiras de preparo de argamassa (figuras 5 e 6), pode-se perceber que a argamassa preparada em central tem menos atividades que a argamassa preparada no pavimento a ser abastecido. Essa diferença se deve ao fato de que ao realizar o preparo da

argamassa no pavimento desejado, são realizadas mais atividades de transporte e estoque de sacos de argamassa, pois se cria um estoque no pavimento térreo e outro no pavimento. A alteração no fluxograma gera, portanto, mais uma atividade de transporte (guincho ao depósito) e outra de estoque (no pavimento de preparo da argamassa), atividades estas que não agregam valor, conforme pode ser visualizado na figura 6. Entretanto, com o preparo da argamassa no pavimento que se deseja abastecer, garante-se uma melhor qualidade da argamassa devido ao fato de não ter que passar por atividades de transportes muito longas.

A área de estocagem do material ensacado, segundo Pereira Junior (2010, p. 24), deve ser em um local seco, onde os sacos devem estar isolados do contato com o piso e as pilhas não podem ter mais de 10 sacos, além de estar próximo ao meio de descarga e do transporte vertical. Conforme o Manual de Revestimento de Fachada (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006, p. 16), quando a argamassa é depositada no andar que se situa a central de produção, deve se atentar para os limites de cargas admissíveis pela laje.

Um ponto importante da preparação da argamassa ensacada é a realização da mistura do material em pó com a água, pois conforme Pereira Junior (2010, p. 65), adiciona-se apenas a quantidade necessária para se obter a trabalhabilidade adequada. A mistura da argamassa em pó com a água deve ser feita através de equipamentos específicos, tais como argamassadeiras (figura 7), sendo estas operadas por funcionários capacitados e treinados.

Figura 7 – Argamassadeira para preparo de argamassa no pavimento



(fonte: foto do autor)

## 5.2 SISTEMA DE PRODUÇÃO UTILIZANDO SILOS DE ARGAMASSA

O sistema de produção de argamassa utilizando silos para armazenagem da argamassa a granel é uma prática que vem cada vez mais aparecendo no atual cenário da construção civil. O objetivo principal das empresas com a utilização deste método é a produção enxuta. Junto ao processo de abastecimento de argamassa utilizando silos, utiliza-se uma bomba de recalque para transportar a argamassa até o andar desejado. Conforme Cichinelli (2010, p. 60), quando se tem a intenção de aumentar a produtividade e a velocidade de execução do revestimento externo, a contratação de serviços de bombeamento de argamassa pode ser uma ótima solução. Segundo Bocchile (2002, p. 1), bombear argamassa libera o elevador da obra para transporte de outros materiais, agilizando o ritmo da obra. Sendo assim, a opção pela argamassa bombeada deve ser estudada principalmente se a variável mais importante for o prazo.

Segundo Baía e Sabbatini (2008, p. 40-41), este sistema de produção de argamassa para revestimento externo é composto por silos de estocagem, mangotes e misturadores, podendo estes, serem instalados no próprio silo ou no pavimento de abastecimento. Quando o misturador for posicionado no pavimento de abastecimento, é necessário um compressor de ar junto ao silo para que a argamassa possa ser bombeada até o andar desejado. Conforme Bocchile (2002, p. 1), nem o sistema de bombeamento quanto à mão de obra podem ficar ociosos.

Em relação às equipes envolvidas na atividade, Cichinelli (2010, p. 63) afirma que todas devem ser dimensionadas de acordo com a área a ser revestida e, conseqüentemente, da argamassa a ser bombeada em cada dia. Visando o melhor aproveitamento do sistema e uma elevada produtividade, deve-se obter um estudo minucioso das frentes de trabalho, sendo que essas necessitam de uma mão de obra mais qualificada e capacitada. Para Cichinelli (2010, p. 62), treinar o funcionário envolvido no processo de bombeamento do material é essencial para que se tenha alguém apto a dar atendimento imediato em caso de problemas e ajustes simples no sistema.

A utilização do silo deve ser pensada já no planejamento do processo de revestimento externo. Isto se deve ao fato de que o silo necessita de uma localização estratégica, a qual facilite a



logística de chegada da argamassa. Sobre a localização do silo no canteiro de obra, Cichinelli (2010, p. 63)<sup>7</sup> destaca:

A impossibilidade de posicionar o silo perto da obra pode restringir o uso do sistema. Se a argamassa tiver que ‘passar’ muito pelos mangotes, sobretudo na horizontal, não haverá uma condição ideal para que os benefícios do método sejam aproveitados plenamente.

Visando facilitar o trabalho de recebimento da argamassa, os silos devem ser posicionados em locais que tem acesso de caminhões, uma vez que o abastecimento do silo é feito utilizando caminhões com compressores de ar que enviam, via mangotes, à argamassa para o silo. Segundo Pereira Junior (2010, p. 24), a área necessária para posicionar um silo de maneira adequada é de 4 m x 4 m.

Conforme Ceotto et al. (2005, p. 77), o controle de recebimento da argamassa fornecida em silos é determinado da seguinte maneira:

[...] argamassas industrializadas entregues a granel para abastecimento dos silos deverão apresentar de forma visível as seguintes informações:

- a) nome do fabricante;
- b) marca do produto;
- c) composição qualitativa;
- d) denominação normalizada do produto;
- e) campo de aplicação do produto;
- f) prazo de validade;
- g) data de fabricação.

Buscando o melhor rendimento do sistema, Bocchile (2002, p. 1-2) alerta que se deve atentar para fatores que podem prejudicar na produtividade da aplicação da argamassa. Em caso de falta de material, energia elétrica e água, o sistema será inoperante. A rotatividade de funcionários ligados ao abastecimento é uma prática que pode retardar o abastecimento, uma vez que a cada novo funcionário que se coloca na função, deve realizar um treinamento exigindo um tempo de aprendizado.

---

<sup>7</sup> Fábio Luiz Campora, Diretor Executivo da ABAI (Associação Brasileira de Argamassas Industrializadas), foi entrevistado por CICHINELLI, G. C.

Em relação aos sistemas de bombeamento de argamassa, Cichinelli (2010, p. 60), explica que existem no mercado dois sistemas, sendo eles a úmido e a seco. Ambos os sistemas de bombeamento atendem com eficiência a obras com até 25 andares. Buscando explicar como é feito o preparo de argamassa bombeada, serão descritos, a seguir, os dois processos separadamente.

### 5.2.1 Bombeamento a seco

O sistema de bombeamento a seco é realizado com a utilização de um compressor de ar, o qual envia a argamassa em pó através dos mangotes até o pavimento desejado para o abastecimento (figura 8). Ao chegar ao andar, a argamassa em pó entra em um misturador, no qual é acrescida a quantidade de água necessária, realizando assim a dosagem até chegar o ponto ideal para a argamassa ser aplicada manualmente (BAÍÁ; SABBATINI, 2008; CICHINELLI, 2010).

Figura 8 – Sistema de bombeamento a seco de argamassa



(fonte: adaptado do catálogo do fabricante)

O bombeamento a seco, conforme Cichinelli (2010, p. 61) é um sistema que proporciona um bombeamento mais eficiente, com menor consumo de energia e risco reduzido de entupimento, proporcionando um menor desperdício do material e uma facilidade na

manutenção dos equipamentos. Em contrapartida, um dos maiores problemas do sistema de bombeamento a seco, é a segregação dos componentes da argamassa.

### 5.2.2 Bombeamento a úmido

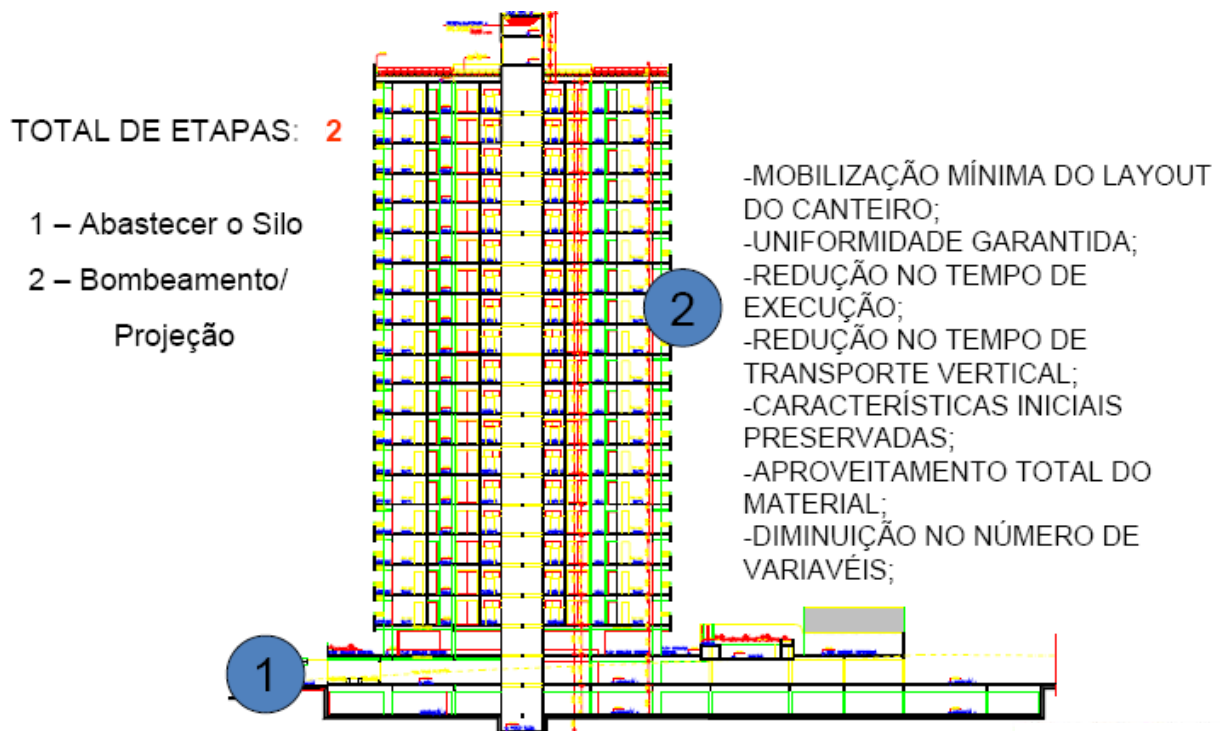
Conforme Cichinelli (2010, p. 61), o sistema de bombeamento a úmido realiza toda a mistura junto ao silo, sendo que neste método o misturador é posicionado na **boca** do silo. Devido ao fato da mistura já sair com a dosagem certa e com a consistência de pasta do misturador do silo, é necessário uma bomba que envie através de mangotes a argamassa pronta até o pavimento de abastecimento onde será feita a aplicação. Além disso, para o sistema funcionar corretamente, é necessário que seja realizado uma base de 4 m x 4 m para apoiar o silo e a bomba, assim como instalar um ponto de luz e água junto ao equipamento. Como a argamassa já passa por um misturador acoplado na boca do silo, transformando o material a granel em argamassa, o material está pronto para ser enviado ao pavimento.

Segundo Bocchile (2002, p. 4), o bombeamento a úmido pode apresentar entupimento se a tubulação ficar muito tempo com argamassa parada, sem transportar. Bocchile recomenda então, que para não afetar na produtividade do processo, ao realizar a contratação de sistema de bombeamento, seja solicitado um técnico presente na obra para realizar a manutenção preventiva do sistema.

Em relação às vantagens e desvantagens, Cichinelli (2010, p. 61) define que o bombeamento a úmido tem como vantagens ser mais flexível, não necessitando realizar o transporte do misturador pelos andares que serão abastecidos, permitindo assim, uma logística mais eficiente para a obra. Em contrapartida, o sistema requer uma maior pressão para o bombeamento, gerando um aumento no consumo de energia elétrica. Outro ponto crucial do sistema é que este apresenta maiores riscos de entupimento, gerando uma atenção redobrada quanto à manutenção dos equipamentos.

O processo de abastecimento via silo pode ser resumido em duas etapas (figura 9) conforme Silva (Rodolfo Araújo da, [2009], slide 9). A primeira etapa é quando se realiza o abastecimento do silo, sendo esta realizada por caminhões com compressores de ar. A segunda etapa é definida pelo bombeamento da argamassa até o pavimento que se deseja abastecer os balancins.

Figura 9 – Estudo do fluxograma de atividades do processo de abastecimento via silo



(fonte: RODOLFO ARAÚJO DA SILVA, [2009], slide 9)

Conforme explica Cichinelli (2010, p. 61)<sup>8</sup>, para se aplicar a argamassa na superfície após o bombeamento, ela deve ter uma coesão mínima, caso contrário ela não permanecerá aderida a superfície.

<sup>8</sup> Antônio Domingues de Figueiredo, professor da Escola Politécnica da USP (Universidade de São Paulo), foi entrevistado por CICHINELLI, G. C.

## **6 ESTUDO DE CASO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ARGAMASSA PARA REVESTIMENTO EXTERNO**

Neste capítulo serão apresentados os dois sistemas de produção de argamassa para revestimento externo, explicados anteriormente, conforme o acompanhamento dos processos realizado em uma obra. Ao longo deste capítulo, também será abordada a influência da forma de abastecimento dos balancins na qualidade do revestimento. Para realizar a explicação dos sistemas foi realizado um acompanhamento a uma obra que estava executando o revestimento externo utilizando de maneira prioritária o sistema de produção utilizando silos de argamassa. Entretanto, por motivos que ao longo deste capítulo estarão explicados, a obra também empregava o sistema com argamassa ensacada.

Inicialmente serão descritos os métodos de abastecimento dos balancins e, em seguida, para atender o objetivo principal deste trabalho, os sistemas de produção serão descritos separadamente explicitando-se como cada sistema estava sendo aplicado dentro da obra acompanhada, e, em seguida, será realizado a comparação dos sistemas em um quadro. Para melhor explicar a utilização dos sistemas de produção de argamassa para revestimento externo, o processo será dividido em cinco tópicos:

- a) planejamento;
- b) treinamentos;
- c) recebimento da argamassa;
- d) armazenagem;
- e) fluxograma das atividades relacionadas ao sistema.

### **6.1 INFLUÊNCIA DA FORMA DE ABASTECIMENTO NAS CARACTERÍSTICAS DA ARGAMASSA**

Nesta parte do trabalho, serão discutidos dois métodos de abastecimento dos balancins. As formas de abastecimento influenciam diretamente nas características das argamassas, pois conforme a argamassa é transportada, ela pode perder características devido às vibrações sofridas durante o transporte.

O primeiro método a ser explicado e demonstrado será o abastecimento tradicional, ou seja, o servente abastece o balancim através das janelas dos pavimentos tipo, passando praticamente em todos os andares. Esse método é bastante comum quando se utiliza o abastecimento com argamassa ensacada. O segundo método a ser explicado é o abastecimento com a utilização de funil e mangueiras, sendo que, neste caso o servente permanece em um único pavimento abastecendo o pedreiro. Esse método pode ser utilizado tanto no processo de abastecimento utilizando argamassa ensacada como com uso de silos com bombeamento da argamassa até o pavimento desejado.

Na obra em que se acompanharam os sistemas de produção, para realizar o revestimento do 15. pavimento e da platibanda, utilizou-se do método de abastecimento de balancim tradicional. Do 14. pavimento ao térreo, o método utilizando funis e mangueiras é que foi adotado.

### **6.1.1 Abastecimento tradicional**

O abastecimento tradicional dos balancins é realizado pelo servente, que passa por todos os pavimentos e pela janela da faixa da fachada correspondente ao balancim, realiza o fornecimento de argamassa ao pedreiro (figura 10). O processo de abastecimento tradicional ocupa mais os guinchos como meio de transporte vertical, o que dependendo do ritmo da obra pode inviabilizar ou retardar o abastecimento, gerando uma baixa produtividade do pedreiro.

Em uma situação em que todos os balancins descessem a mesma metragem linear por dia, a argamassa seria toda transportada para um único andar, o que seria uma vantagem ao sistema de abastecimento. Entretanto como nem todos os balancins tem a mesma metragem quadrada, alguns descem mais rápido do que outros, sendo assim necessário transportar a argamassa para diversos pavimentos, limitando o uso do guincho somente a essa atividade da obra, tornando assim uma desvantagem ao sistema.

Como citado anteriormente, esse tipo de abastecimento requer uma necessidade muito grande de transporte da argamassa no estado fresco, o que pode ser prejudicial ao revestimento. Com os longos trajetos percorridos pelos carrinhos com argamassa, a mesma perde características de retenção de água e trabalhabilidade. Ao longo do transporte, devido a vibrações e impactos

sofridos pelo carrinho, os agregados miúdos acabam se sedimentando ao fundo do carrinho e a água forma uma película superficial na mistura. É correto dizer que não somente o transporte da argamassa pode prejudicar as características da própria argamassa, pois o modo de preparo e a integridade do material também podem afetar.

Figura 10 – Abastecimento tradicional de argamassa para revestimento



(fonte: foto do autor)

Esse processo de abastecimento é comum de se encontrar quando se utiliza o sistema de produção de argamassa com material ensacado ou argamassa feita na obra, que não é o foco deste trabalho. Para realizar a mistura, podem ser empregadas argamassadeiras, o que é recomendável, ou betoneiras, prática corrente em algumas construtoras, porém desaconselhável. É possível atender mais de um pavimento simultaneamente distribuindo equipamentos em mais de um andar.

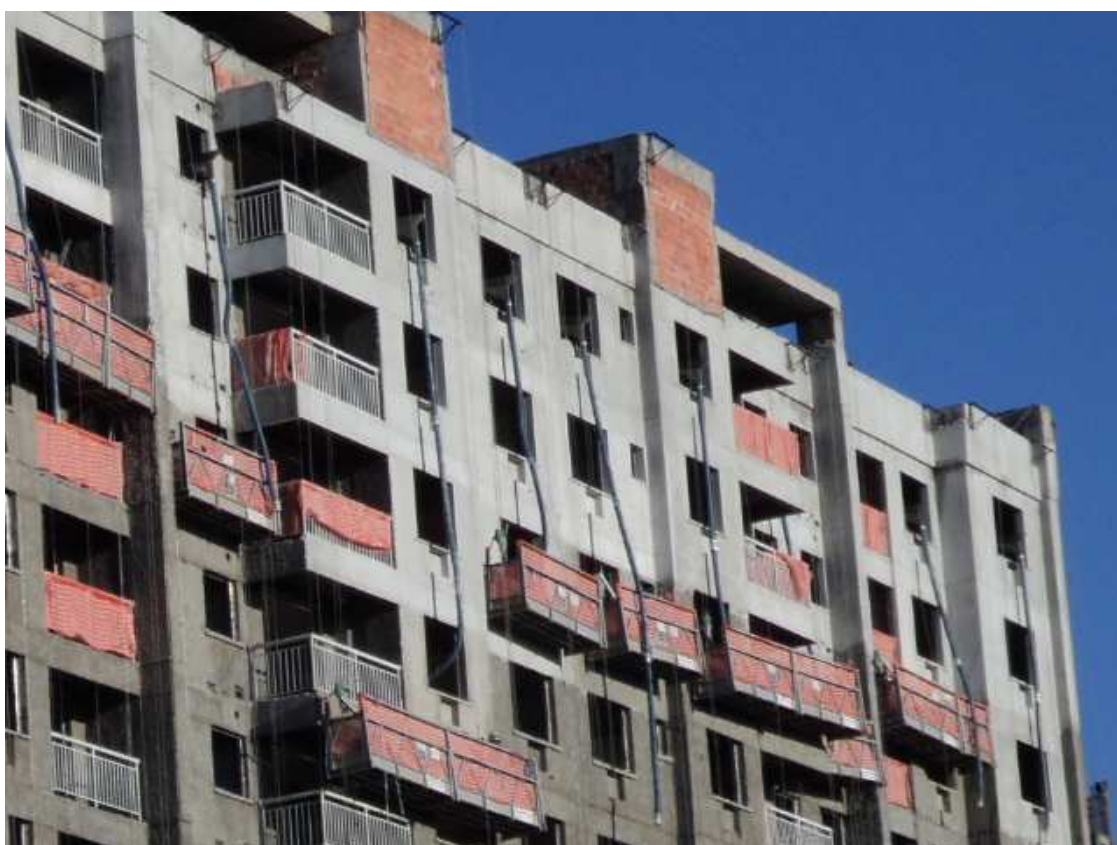
O sistema de abastecimento de argamassa utilizando silos, por sua vez, pode ser adotado junto a este abastecimento de balancim, entretanto, como o transporte de argamassa é feito por tubulações fixas, pode ser uma desvantagem ficar desinstalando as mesmas para atender mais de um pavimento. Caso abasteça somente em um andar, os serventes teriam que descer pelo

guincho para poder ir até os demais andares, limitando assim o guincho, justamente o que se tenta evitar com o sistema de abastecimento com silos de argamassa.

### 6.1.2 Abastecimento via funil

O abastecimento dos balancins utilizando funis é uma técnica relativamente nova da construção civil. O sistema tem por objetivo reduzir o uso do guincho para transporte de argamassa, pois utilizando esse processo o abastecimento da argamassa é realizado somente a partir de um único pavimento (figura 11). A criação de sistemas alternativos para o transporte de argamassa a fim de desafogar os principais equipamentos de transporte vertical é de extrema importância, além de evitar interferências constantes às demais atividades.

Figura 11 – Processo de abastecimento realizado a partir de um único pavimento



(fonte: foto do autor)



Conforme observado na obra, o abastecimento de argamassa é feito através do emprego de funis metálicos, os quais são fixados nas janelas, a aproximadamente 1 m de altura (figura 12), e onde é acoplada uma mangueira (duto), na sua extremidade, para transportar a argamassa por gravidade até o balancim. A argamassa é inserida no funil e através da mangueira desce até o balancim, onde o pedreiro direciona o duto para sua caixa.

Um ponto fundamental para o bom funcionamento do sistema é a limpeza do duto que deve ser realizada com certa frequência, pois caso contrário, restos de argamassa podem secar e entupir a mangueira. Devido a grande velocidade que a argamassa pode atingir, conforme a distância vertical entre o balancim e o funil, uma prática recomendável, para diminuir a sua velocidade dentro do duto, é passar uma corda externamente ao longo da mangueira de forma que ela não fique reta (figura 13).

Figura 12 – Funil fixado na janela a uma altura de aproximadamente 1 m



(fonte: foto do autor)

A distribuição da argamassa através do uso de funis pode ser encontrada em ambos os processos de abastecimento de argamassa, pois o fato de todos os funis estarem instalados em um único pavimento fornece condições para os dois processos, silo ou material ensacado.

Figura 13 – Corda em volta do duto, prática recomendada para reduzir a velocidade da argamassa



(fonte: foto do autor)

## 6.2 ANÁLISE DO SISTEMA DE PRODUÇÃO UTILIZANDO SILOS DE ARGAMASSA

Conforme Ceotto et al. (2005, p. 50) recomendam, a obra estudada iniciou o planejamento do revestimento externo com a antecedência de 90 dias, sendo que o passo inicial adotado pela equipe responsável da obra foi a escolha do sistema de produção para o revestimento externo. A escolha pela utilização do sistema com silo para a armazenagem da argamassa foi unânime entre a equipe técnica, pois ao escolher este sistema, acreditava-se que aceleraria a produção e reduziria a utilização do guincho da obra.

Para trabalhar com qualidade e usufruir o máximo do sistema, a equipe técnica buscou informações sobre a funcionalidade do sistema e repassou aos demais envolvidos no processo,

sendo estes o apontador, mestre, contra mestre e equipe de serventes envolvidos na atividade. O treinamento da equipe envolvida foi realizado pelo engenheiro da obra, sendo que foi explicado o processo, mostrando-se como funcionaria e os objetivos que se esperavam com a sua utilização.

Dando início ao planejamento do sistema, determinou-se o local mais apropriado para se instalar os silos e a bomba que enviaria argamassa até o pavimento desejado. Conforme a figura 14, o sistema foi instalado próximo à rua para facilitar o abastecimento de argamassa, mas, também, os silos ficaram próximos à torre para evitar longos percursos de argamassa na horizontal, conforme recomendação de Cichinelli (2010, p. 63)<sup>9</sup>.

Figura 14 – Posicionamento dos silos dentro do canteiro de obra



(fonte: foto do autor)

O abastecimento dos silos era realizado através de um caminhão, sendo que este é equipado com um compressor de ar. Para realizar o abastecimento (figura 15), o caminhão necessita estar próximo ao silo para que possa conectar uma mangueira do tanque do caminhão ao silo. O caminhão é pesado na fábrica e na nota consta o peso de argamassa contido no carregamento. A verificação de quanto de argamassa ainda tinha dentro do caminhão era realizado batendo com martelo de borracha na estrutura do tanque que o caminhão continha,

---

<sup>9</sup> Fábio Luiz Campora, Diretor Executivo da ABAI (Associação Brasileira de Argamassas Industrializadas), foi entrevistado por CICHINELLI, G. C.

verificando assim a diferença de som, pois onde ainda tinha argamassa somente se ouvia o som da borracha batendo na estrutura, e onde já não havia mais argamassa o som era da estrutura do tanque. Inicialmente os dois silos foram abastecidos, mas após o início do revestimento externo, utilizava-se de um silo até terminá-lo, e enquanto se utilizava o outro silo, o que estava vazio já era abastecido outra vez, ou seja, somente um por vez era utilizado. O não controle visual de quanto estava sendo entregue, gerava certa dúvida por parte da equipe de engenharia em relação ao quanto de argamassa se consumia, sendo uma desvantagem deste sistema de produção.

Figura 15 – Abastecimento do silo



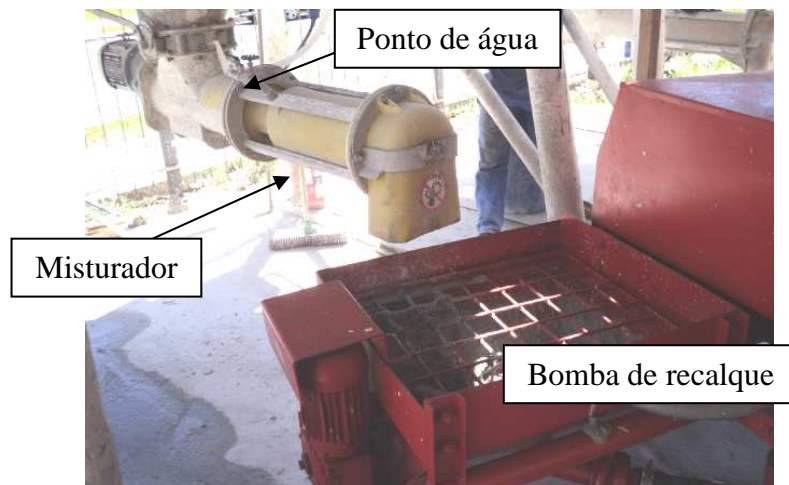
(fonte: foto do autor)

A área reservada para a instalação dos silos tinha dimensões de 4 m x 8 m, sendo que, conforme Pereira Junior (2010, p. 24), a área é a ideal para armazenar dois silos. Os silos eram ambos vedados, não causando nenhum risco de entrar água junto com a argamassa em pó. Junto aos silos havia um ponto de energia e água para realizar as instalações do sistema.

A obra utilizou o sistema de bombeamento a úmido para realizar o transporte da argamassa até o pavimento desejado. Para isso, foi locada uma bomba de recalque que, através de uma tubulação, enviava a argamassa até o 15. pavimento já no estado fresco, pois junto ao silo havia um misturador, fornecido pelo mesmo fornecedor do silo, que já realizava a mistura do material em pó com a água. A equipe técnica da obra optou por contratar durante o período de

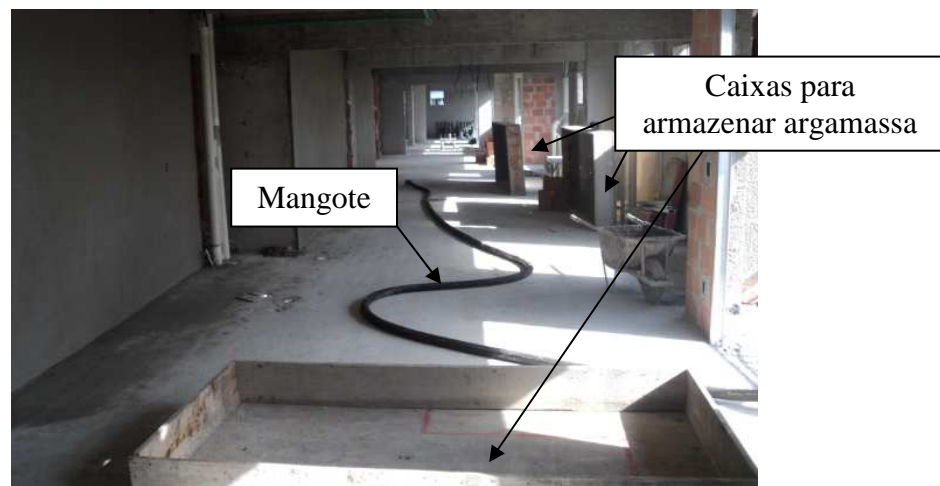
utilização da bomba um operador da fornecedora do equipamento, passando a responsabilidade de qualquer problema com o equipamento para o operador da própria empresa. Com a utilização do misturador acoplado ao silo e da bomba de recalque (figura 16), toda a mistura e preparo da argamassa era realizada junto ao silo, deixando o 15. pavimento livre para a circulação dos colaboradores, ficando somente o mangote solto e as caixas para acondicionar a argamassa bombeada (figura 17) espalhadas pelo pavimento. A argamassa era bombeada para dentro das caixas e em seguida era realizado o abastecimento dos balancins.

Figura 16 – Misturador acoplado ao silo e bomba de recalque necessária para enviar a argamassa até o 15. pavimento



(fonte: foto do autor)

Figura 17 – Sistema de produção de argamassa utilizando silo no pavimento a ser abastecido



(fonte: foto do autor)



Ao longo da utilização do sistema de produção de argamassa utilizando silos, o guincho da obra é totalmente liberado para atender as demais atividades que estavam sendo executadas ao mesmo tempo em que o revestimento externo era realizado. Pôde-se notar na obra, que com esse sistema, o número de serventes envolvidos no processo era de oito. A obra utilizou um sistema de abastecimento de balancim que era composto por funis acoplados nas janelas, e através destes tinha uma mangueira conectada que ia até o balancim. O servente então necessitava apenas largar a argamassa no funil que ela ia por gravidade até o balancim. A utilização de oito pessoas para realizar o abastecimento era devido ao fato de que cada servente ficava responsável por três pedreiros, sendo que estes eram no total vinte e quatro colaboradores.

Um problema que a obra se deparou foi com a consistência da argamassa ao chegar no 15. pavimento, pois a argamassa estava em um estado bem fluido. Devido a isso, a equipe técnica decidiu armazenar em caixas a argamassa e a deixar repousando por volta de uma hora para somente após este período utilizá-la. Esse fato incentivou o autor deste trabalho a realizar coletas de argamassa antes de ser bombeada, após ser bombeada e após repousar pelo período estipulado de uma hora. Os resultados dos testes realizados se encontram ao longo do trabalho.

Para finalizar, pode-se resumir o sistema de produção de argamassa com utilização de silo em três etapas:

- a) abastecimento do silo;
- b) bombeamento de argamassa fresca até o andar desejado;
- c) abastecimento do balancim.

### 6.3 ANÁLISE DO SISTEMA DE PRODUÇÃO UTILIZANDO ARGAMASSA ENSACADA

Conforme as atividades que antecipam a etapa de revestimento externo, a obra já vinha utilizando sacos de argamassa para realizar a elevação da alvenaria e a realização do revestimento interno. Com isso, a obra já disponibilizava uma grande quantidade de argamassadeiras dentro do canteiro, sendo que os equipamentos eram da própria empresa. A equipe de engenharia então decidiu por manter o sistema de argamassadeiras e argamassa

ensacada instalado no canteiro, para que, caso o sistema de produção utilizando silos de argamassa falhasse eles tivessem um recurso para continuar a produção do revestimento externo.

Conforme foi previsto pela equipe de engenharia, o sistema utilizando silos parou em alguns instantes, ou por questões de funcionamento da bomba de recalque ou por entupimento da tubulação que transportava a argamassa até o pavimento. Devido a isto, o sistema de produção de argamassa utilizando material ensacado entrava em funcionamento até que o problema do silo se resolvesse. Outro fato que proporcionou a utilização deste sistema com material ensacado foi que na utilização do sistema utilizando silo a consistência que a argamassa chegava ao pavimento após o bombeamento era muito baixa, sendo ela bastante fluida, não tendo a consistência suficiente para ficar aderida na superfície. Com isso, a argamassa bombeada ficava em repouso dentro de caixas por volta de uma hora, período este que também se utilizava então o sistema com argamassa ensacada.

Por se tratar de um processo já conhecido, a obra apenas teve que realizar treinamento com mais funcionários para operar as argamassadeiras. O recebimento de argamassa ensacada era realizado somente na forma de quantidades de sacos entregues. Neste processo, o controle de consumo é muito melhor, pois se consegue visualizar o material que chegou e que foi gasto.

Para realizar o armazenamento do material ensacado, a obra disponibilizava uma área com aproximadamente 60 m<sup>2</sup> no andar térreo. O depósito de argamassa era arejado, seco e com isolamento a umidade, estando de acordo com as recomendações de Pereira Junior (2010, p. 24). Para o ideal armazenamento, os sacos eram depositados sobre *pallets* de madeira (figura 18), mantendo desta forma, os sacos afastados do chão e com espaço para ventilação, evitando assim que os sacos que estivessem mais embaixo adquirissem umidade e endurecessem.

Visando uma facilidade no transporte da argamassa, a obra preparava a argamassa para utilização do pedreiro no andar que era feito o abastecimento, e, com isso, havia a necessidade de se criar mais um depósito para armazenar a argamassa ensacada no andar a ser abastecido (figura 19). Esse método de trabalho condiz com o fluxo da figura 6, no qual foi citado que esse era o fluxo que mais agrega atividades ao canteiro de obras (14 ao total), mas o que melhor mantinha a qualidade da argamassa, pois desta forma a principal atividade de transporte era realizado com a argamassa ensacada.

Figura 18 – Depósito de argamassa ensacada no pavimento térreo



(fonte: foto do autor)

Figura 19 – Depósito de argamassa ensacada no pavimento onde será realizado o preparo da argamassa para o revestimento



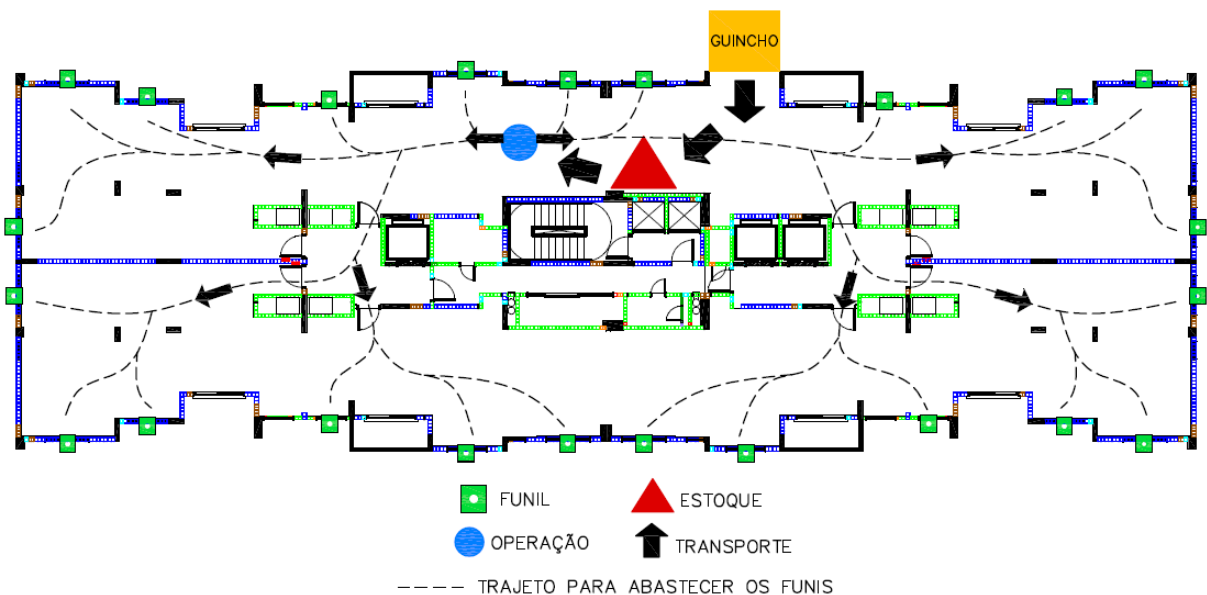
(fonte: foto do autor)

Nos momentos em que o sistema de produção de argamassa ensacada era utilizado, a obra disponibilizava treze serventes para a ideal operação do sistema. A distribuição dos serventes era feita de maneira que oito ficavam abastecendo os balancins com argamassa, três serventes ficavam nas argamassadeiras ou betoneiras preparando a argamassa, enquanto os outros dois



realizavam as atividades de transporte pelo guincho para abastecer o andar com material ensacado. Conforme a figura 20, pode-se ter uma ideia do andar abastecido com argamassa ensacada, onde o transporte dos sacos era realizado pelo guincho do andar térreo ao 15. pavimento, sendo necessário mais um local de estocagem e mais duas atividades de transporte da argamassa.

Figura 20 – Ilustração do andar de abastecimento com as devidas atividades de transporte, estoque e preparo de argamassa



(fonte: elaborado pelo autor)

## 6.4 CARACTERIZAÇÃO DAS ARGAMASSAS UTILIZADAS

A partir dos problemas encontrados na obra, relativo à consistência da argamassa buscou-se maneiras de se analisar a influência das etapas do processo de produção na resistência do revestimento externo. Com o intuito de verificar a variabilidade nas características da argamassa em diferentes etapas dos processos de produção, foram coletados seis corpos de prova em cada amostragem de argamassa. Os pontos de coleta da argamassa foram:

- a) na saída do silo;
- b) na chegada da argamassa ao pavimento;
- c) após a argamassa permanecer em repouso por volta de uma hora;
- d) na saída da argamassadeira.

As argamassas foram caracterizadas do ponto de vista mecânico através de resistência de tração à flexão e à compressão. Os ensaios foram feitos conforme a NBR 13279 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005) através de moldagem dos corpos de prova em formas metálicas prismáticas com as dimensões de 4 cm x 4 cm x 16 cm, onde cada forma possui três corpos de prova. As amostras de cada argamassa foram acondicionada em duas formas, em que cada compartimento recebeu a porção de argamassa e, em seguida, aplicaram-se 30 golpes com uma haste de ferro para realizar o adensamento da argamassa junto a forma. Os corpos de prova permaneceram 28 dias armazenados em um ambiente seco, sem exposição ao sol, com umidade natural e com piso estável. Realizaram-se também testes de aderência a tração, sendo que estes foram realizados por um laboratório terceirizado, atendendo a um procedimento da empresa responsável pela obra para se verificar a aderência da argamassa ao substrato, os resultados seguem no Apêndice A deste trabalho.

O rompimento dos corpos de prova nos ensaios de tração à flexão e à compressão se deram no 28. dia, conforme a indicação da NBR 13279 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005). A seguir podem-se verificar os resultados obtidos nos testes realizados.

#### **6.4.1 Resultados dos ensaios em laboratório**

Os ensaios foram feitos conforme orientação da NBR 13279 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005), que preconiza inicialmente a ruptura dos corpos de prova à flexão (figura 21), para em seguida, realizar a ruptura para se analisar à compressão (figura 22).

No teste de tração à flexão, conforme citado no início deste trabalho, a carga é aplicada no centro do corpo de prova, sendo que o mesmo encontra-se apoiado na sua base somente em dois pontos afastados entre si de 10 cm. Quando o corpo de prova se rompe, ele forma dois novos corpos de prova que servirão para serem rompidos à compressão. O teste de compressão é realizado posicionando o corpo de prova entre duas chapas metálicas quadradas com 4 cm de aresta, obtendo assim uma área de contato de 1600 mm<sup>2</sup>, área requerida pela NBR 13279 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005) para realizar o teste.

Figura 21 – Rompimento do corpo de prova de argamassa à tração na flexão



(fonte: foto do autor)

Figura 22 – Rompimento da metade do corpo de prova resultante do ensaio de resistência à tração na flexão para se verificar resistência à compressão



(fonte: foto do autor)

Para melhor diferenciar a argamassa coletada no processo de utilização de silo, os corpos de prova foram identificados conforme a figura 23, ou seja, na cor verde (saída do silo), amarela (chegada ao pavimento) e na cor vermelha (após repouso de uma hora no pavimento abastecido). Os corpos de prova realizados com argamassa do sistema utilizando argamassa ensacada constam na figura 23 com a cor natural da argamassa. A identificação serve para distinguir da mesma forma as tabelas 2 a 5 com os dados dos rompimentos. Após a obtenção

dos resultados, foi possível realizar um gráfico comparativo com as resistências médias de cada local de amostra.

Figura 23 – Corpos de prova identificados conforme coletados em campo



(fonte: foto do autor)

Na sequência do trabalho, são apresentados os resultados dos rompimentos dos corpos de prova. As tabelas foram elaboradas conforme o método de determinação dos resultados segundo a NBR 13279 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005). Conforme a referida Norma, determina-se a resistência individual de cada corpo de prova, tanto na flexão quanto na compressão, para em seguida calcular a média das resistências dos três corpos de prova do ensaio à flexão, e dos seis corpos de prova do ensaio à compressão. Para verificar a validade de cada teste, calcula-se o desvio absoluto máximo (tolerância de 0,30 MPa para tração na flexão e 0,50 MPa para compressão), sendo que este é a diferença entre a resistência média e a resistência individual que mais se afaste desta média para mais ou para menos (valor destacado em vermelho nas tabelas).

A verificação dos resultados para os testes de resistência à tração na flexão é realizada verificando se o desvio absoluto máximo é inferior ou superior a 0,3 MPa. Caso o valor seja inferior, o ensaio é considerado válido. Em contrapartida, se o desvio absoluto máximo for superior a 0,3 MPa, deve ser calculado uma nova média desconsiderando o valor discrepante, e, em seguida, calcular o novo desvio absoluto máximo. Caso somente um valor de resistência seja menor do que 0,3 MPa, ou seja, não consiga-se realizar uma média, o ensaio deve de ser refeito.

Para a verificação dos testes de resistência à compressão axial, utiliza-se do mesmo método utilizado pela verificação da resistência à tração na flexão, entretanto o valor a ser tomado como parâmetro de avaliação é 0,5 MPa, e para o teste ser considerado válido, no mínimo quatro corpos de prova devem formar a média.

Os cálculos a serem realizados para se encontrar a resistência à tração na flexão e à compressão, são apresentados a seguir nas equações 1 e 2, respectivamente.

$$R_t = \frac{1,5 \cdot F_t \cdot L}{40^3} \quad (\text{equação 1})$$

Onde:

$R_t$  = resistência à tração na flexão (MPa);

$F_t$  = carga aplicada verticalmente no centro do prisma (N);

$L$  = distância entre os suportes (mm).

$$R_c = \frac{F_c}{1600} \quad (\text{equação 2})$$

Onde:

$R_c$  = resistência à compressão (MPa);

$F_c$  = carga máxima aplicada (N);

1600 = área da seção considerada quadrada do dispositivo de carga 40 mm x 40 mm em milímetros quadrado.

Conforme as tabelas a seguir apresentadas com os resultados, pode-se observar que no sistema de produção de argamassa utilizando silos (tabelas 2 a 4), nenhum corpo de prova precisou ser descartado, pois não houve nenhum desvio absoluto máximo no teste de tração maior que 0,3 MPa, da mesma forma que no ensaio de resistência à compressão nenhum desvio passou de 0,5 MPa. A uniformidade dos ensaios deste sistema de produção mostra o quanto eles podem ser confiáveis.

Tabela 2 – Resistência à tração na flexão e compressão, aos 28 dias, da argamassa coletada na saída do silo

Nº de CP moldados: 6			Identificação (cor): Verde		
Corpo de prova nº	Resist. Individual à tração na flexão (MPa)	Resist. Média (MPa)	Resist. Individual à compressão axial (MPa)		
			Corpo de prova A	Corpo de prova B	Resist. Média (MPa)
1	0,66	0,76	1,74	1,67	1,57
2	0,75		1,32	1,52	
3	0,84		1,56	1,78	
4	0,77		1,31	1,44	
5	0,73		1,69	1,55	
6	0,80		1,63	1,70	
Desvio Absoluto Máximo (Resist. Média – Resist. Individual)					
Corpo de Prova	Desvios para tração		Desvios para compressão		
1	0,10		-0,16	-0,09	
2	0,01		0,26	0,06	
3	-0,09		0,02	-0,20	
4	-0,02		0,27	0,13	
5	0,03		-0,12	0,02	
6	-0,04		-0,05	-0,13	

(fonte: elaborado pelo autor)

A argamassa coletada na saída do silo obteve uma boa uniformidade, e conforme os resultados dos desvios, para tração tem-se como 0,10 MPa o valor mais discrepante, sendo que o tolerável é de 0,30 MPa. Nos resultados dos desvios para compressão obteve-se o valor mais distante da média sendo 0,27 MPa, sendo que nesta resistência se tem uma tolerância de 0,50 MPa. Esta mesma análise dos resultados pode ser feita nas demais tabelas.

Tabela 3 – Resistência à tração na flexão e compressão, aos 28 dias, da argamassa coletada na chegada ao pavimento abastecido

Nº de CP moldados: 6			Identificação (cor): Amarelo		
Corpo de prova nº	Resist. Individual à tração na flexão (MPa)	Resist. Média (MPa)	Resist. Individual à compressão axial (MPa)		
			Corpo de prova A	Corpo de prova B	Resist. Média (MPa)
1	-	0,70	1,31	1,23	1,02
2	0,68		0,98	0,85	
3	0,73		1,10	1,15	
4	0,70		1,09	1,03	
5	0,73		0,89	0,73	
6	0,68		0,82	1,12	
Desvio Absoluto Máximo (Resist. Média – Resist. Individual)					
Corpo de Prova	Desvios para tração		Desvios para compressão		
1	-	-	-0,29	-0,20	-0,20
2	0,02	0,02	0,05	0,17	0,17
3	-0,02	-0,02	-0,08	-0,13	-0,13
4	0,00	0,00	-0,06	-0,01	-0,01
5	-0,02	-0,02	0,14	0,29	0,29
6	0,02	0,02	0,21	-0,09	-0,09

(fonte: elaborado pelo autor)

Analisando os resultados, percebe-se, nesta obra estudada, que antes da argamassa passar pela bomba de recalque, ou seja, na saída do silo, ela possui as melhores características quanto às resistências. Após ser bombeada até o pavimento desejado, verifica-se que a argamassa perde resistência em relação à argamassa que sai do silo, da mesma forma que ao deixar parada a argamassa no pavimento, ela também perde resistência à tração, mas recupera um pouco da resistência à compressão.

Tabela 4 – Resistência à tração na flexão e compressão, aos 28 dias, da argamassa coletada após a argamassa repousar por volta de 1 hora

Nº de CP moldados: 6			Identificação (cor): Vermelho		
Corpo de prova nº	Resist. Individual à tração na flexão (MPa)	Resist. Média (MPa)	Resist. Individual à compressão axial (MPa)		
			Corpo de prova A	Corpo de prova B	Resist. Média (MPa)
1	0,66	0,63	1,14	1,24	1,05
2	0,61		0,99	1,18	
3	0,75		1,03	0,90	
4	0,56		1,03	0,91	
5	0,61		1,18	1,09	
6	0,61		0,87	1,11	
Desvio Absoluto Máximo (Resist. Média – Resist. Individual)					
Corpo de Prova	Desvios para tração		Desvios para compressão		
1		-0,02	-0,09		-0,19
2		0,02	0,07		-0,13
3		-0,12	0,03		0,15
4		0,07	0,03		0,15
5		0,02	-0,12		-0,04
6		0,02	0,19		-0,05

(fonte: elaborado pelo autor)

No sistema de produção de argamassa com material ensacado, os resultados obtiveram valores bem mais elevados em comparação ao sistema com silos. Em contrapartida, pode-se reparar que no processo com argamassa ensacada (tabela 5) alguns corpos de prova tiveram de ser descartados a partir da análise do desvio absoluto máximo. Como alguns corpos de prova tiveram de ser descartados, pode-se verificar que este sistema de produção apresenta uma maior variabilidade da resistência da argamassa, entretanto como foram poucos corpos de prova descartados, ainda pode-se considerar o teste confiável.



Tabela 5 – Resistência à tração na flexão e compressão, aos 28 dias, da argamassa coletada na saída da argamassadeira

<b>Nº de CP moldados: 6</b>			<b>Identificação (cor): Natural</b>		
<b>Corpo de prova nº</b>	<b>Resist.. Individual à tração na flexão (MPa)</b>	<b>Resist. Média (MPa)</b>	<b>Resist. Individual à compressão axial (MPa)</b>		
			<b>Corpo de prova A</b>	<b>Corpo de prova B</b>	<b>Resist. Média (MPa)</b>
<b>1</b>	Descartado	1,28	4,05	4,66	4,30
<b>2</b>	1,36		4,43	4,71	
<b>3</b>	1,41		Descartado	3,96	
<b>4</b>	1,27		3,88	Descartado	
<b>5</b>	1,17		4,44	4,69	
<b>6</b>	1,22		4,01	4,19	
<b>Desvio Absoluto Máximo (Resist. Média – Resist. Individual)</b>					
<b>Corpo de Prova</b>	<b>Desvios para tração</b>		<b>Desvios para compressão</b>		
<b>1</b>	Descartado		0,25	-0,36	
<b>2</b>	-0,08		-0,12	-0,41	
<b>3</b>	<b>-0,12</b>		Descartado	0,34	
<b>4</b>	0,02		<b>0,43</b>	Descartado	
<b>5</b>	0,11		-0,14	-0,39	
<b>6</b>	0,07		0,29	0,11	

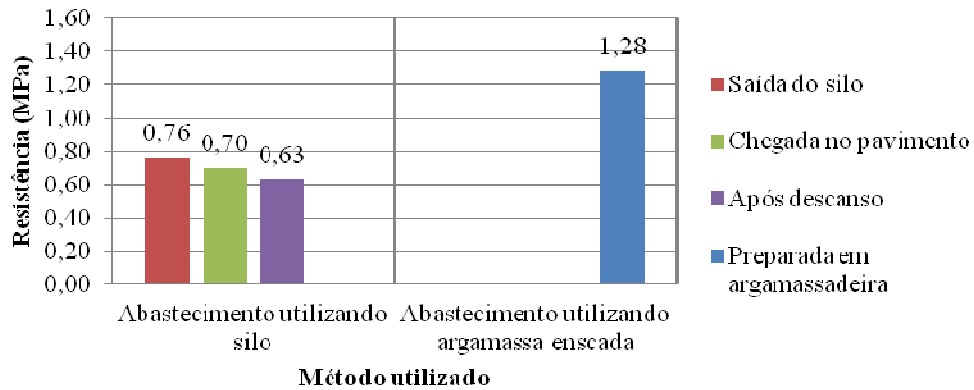
(fonte: elaborado pelo autor)

Conforme os resultados obtidos com os rompimentos, realizou-se um gráfico com os valores médios para cada teste de resistência (figuras 24 e 25), onde se pode verificar melhor a diferença de resistência conforme o local que foi coletada a argamassa.

É importante ressaltar, que mesmo com a baixa resistência obtida nos ensaios de tração e compressão, os ensaios de aderência da argamassa atenderam a determinação da NBR 13528 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010). Entre doze corpos de

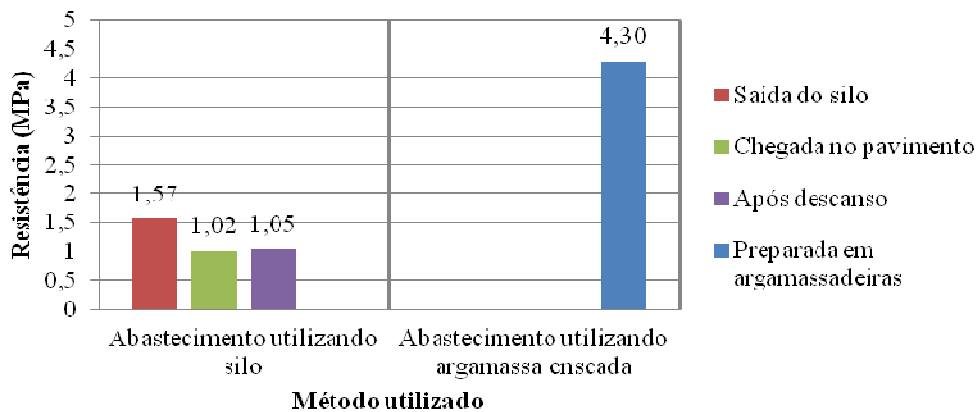
prova analisados, oito devem ser superiores a 0,3 MPa. Os resultados dos testes de aderência assim como o método de execução encontram-se no Apêndice A.

Figura 24 – Análise da variação da média dos corpos de prova no teste de resistência à tração na flexão, conforme local onde foi coletada a amostra



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 25 – Análise da variação da média dos corpos de prova no teste de resistência à compressão, conforme local onde foi coletada a amostra



(fonte: elaborado pelo autor)

## 6.4.2 Comparação do custo envolvido

A análise de custo tem por objetivo verificar a parte econômica de cada processo de produção de argamassa. Para poder realizar uma análise, foram adotados dados encontrados na obra. Na tabela 6 são apresentados os dados considerados juntamente com seu preço unitário, e consequentemente o custo total para cada processo de abastecimento.

Tabela 6 – Comparativa de custo dos sistemas de abastecimento de argamassa

<b>Sistema de produção de argamassa utilizando silo</b>				
<b>Insumo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo unitário (R\$)</b>	<b>Custo mensal (R\$)</b>
<b>Aluguel da bomba</b>	1	Verba	4.750,00	4.750,00
<b>Operador da bomba</b>	1	Verba	3.300,00	3.300,00
<b>Aluguel do silo*</b>	2	Verba	-	-
<b>Argamassa**</b>	6	R\$/Mês	3.910,00	23.460,00
<b>Serventes***</b>	8	R\$/Mês	629,20	5.033,60
<b>Encargos sociais</b>	8	R\$/Mês	1170,31	9.362,50
			<b>Custo mensal</b>	<b>45.906,10</b>
* 2 Silos correspondem a 1600 sacos de 25 kg, pois cada silo comporta 20.000 kg;				
** Considera-se que em um mês foram abastecidos 3 vezes cada silo e o custo por tonelada de argamassa é de R\$195,50;				
*** São considerados 8 serventes para abastecer 21 funis;				
<b>Sistema de produção de argamassa utilizando argamassa ensacada</b>				
<b>Insumo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo unitário (R\$)</b>	<b>Custo mensal (R\$)</b>
<b>Sacos de argamassa*</b>	4.800	R\$/Saco	4,22	20.256,00
<b>Frete**</b>	4.800	R\$/Saco	1,15	5.520,00
<b>Serventes***</b>	13	R\$/Mês	629,20	8.179,60
<b>Encargos sociais</b>	13	R\$/Mês	1170,31	15.214,06
<b>Horas para masseiro****</b>	60	R\$/Hora	2,40	144,00
			<b>Custo mensal</b>	<b>49.313,66</b>
* 2 Silos correspondem a 1600 sacos de 25 kg, portanto são considerados 4800 sacos/mês;				
** O frete é cobrado sobre cada saco transportado;				
*** São considerados 13 serventes (8 para abastecer 21 funis, 3 preparando argamassa em argamassadeiras e 2 para as atividades de transporte dos sacos);				
**** É pago o máximo mensal permitido pela empresa, 20 horas por masseiro.				

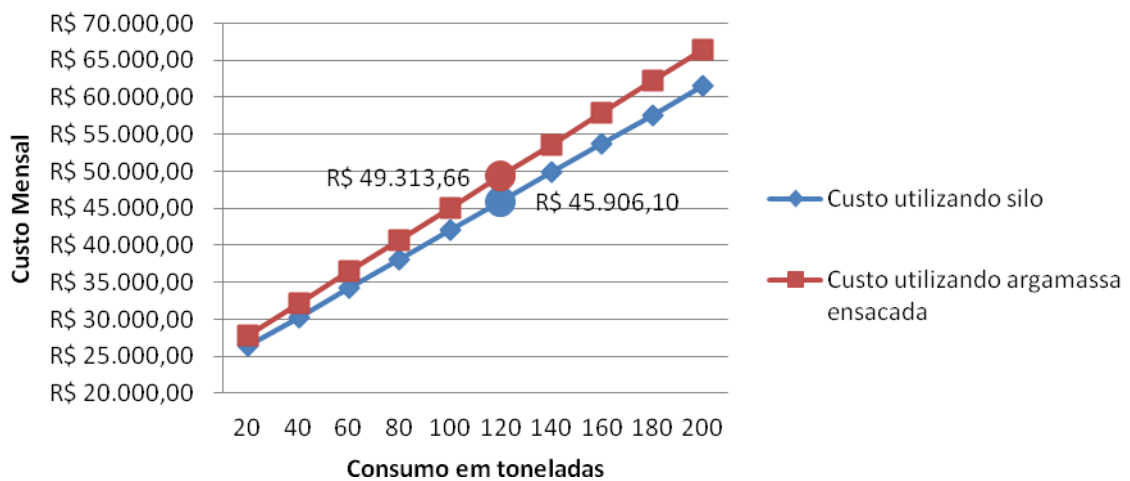
(fonte: elaborado pelo autor)

Conforme apresentado na tabela 6, pode-se reparar que o processo utilizando silos de argamassa é economicamente mais viável. Um fator importante que ajuda para esta diferença

de custo nos processos é a quantidade de serventes envolvidos em cada sistema, pois essa alteração de quantidade altera o custo em dois insumos, sendo estes, a própria quantidade de serventes além dos encargos sociais.

Na figura 26 é feita uma análise projetando como que seria o custo para cada sistema variando o consumo da argamassa, ou seja, se a obra produzir menos do que foi considerado para fazer a tabela 6, qual sistema é mais barato. Para realizar a projeção, utilizou-se dos dados da tabela 6, variando apenas o item **argamassa**, no sistema com silo, e os itens **sacos de argamassa** e **frete**, no sistema de argamassa ensacada. A partir da figura pode-se verificar que o sistema utilizando silo para a produção é mais barato para qualquer consumo de argamassa considerado. Quanto maior o consumo de argamassa, menos viável é a utilização do sistema de abastecimento com argamassa ensacada, pois maior é a diferença de custo em relação ao método utilizando silo para produção.

Figura 26 – Projeção do custo mensal para os dois sistemas de abastecimento estudados



(fonte: elaborado pelo autor)

O sistema de utilização do silo de argamassa pode ter o seu custo ainda mais reduzido se o custo do operador da bomba for retirado, pois nesta comparação foi levado em consideração que o fornecedor da bomba forneceria também um operador com o custo indicado no quadro. No intuito de reduzir o custo, a empresa que está executando o revestimento de fachada pode treinar um servente para operar o equipamento.

## 6.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS

Como todos os sistemas de produção, os dois métodos estudados neste trabalho possuem vantagens e desvantagens, quanto a sua utilização e implantação. Sistemas como esses, que exigem uma grande gama de variáveis, sempre são propícios a em algum momento tornarem-se alvo de críticas ou de elogios. Buscando-se a análise comparativa da utilização de silos de argamassa com argamassa ensacada, formulou-se o quadro 2, sendo que neste foram abordados os principais fatores contribuintes em cada sistema.

Quadro 2 – Análise comparativa entre o emprego do sistema de abastecimento de argamassa para revestimento externo utilizando silo ou argamassa ensacada

	<b>Argamassa ensacada</b>	<b>Silo</b>
<b>Área de estocagem de materiais</b>	- necessidade de depósito em dois pontos, térreo e andar de preparo da argamassa;	- necessita apenas de uma pequena área para estocagem do silo e da bomba de recalque;
<b>Gestão de estoque de materiais</b>	- facilidade na troca do material caso o lote de fabricação esteja com problemas;  - melhor controle sobre a quantidade de material que é recebida na obra;	- facilidade no reabastecimento da argamassa a granel;  - pior controle do recebimento da argamassa a granel por não se ter balança em obras para garantir a quantidade abastecida;  - caso a argamassa abastecida no silo esteja com problemas de composição, não tem como se devolver o material;
<b>Controle de qualidade</b>	- garantia da qualidade da argamassa;  - melhor controle sobre a consistência (o 'ponto') da argamassa;	- ambiente de trabalho mais limpo;  - alta variabilidade do comportamento da argamassa da saída do silo até o pavimento abastecido;  - pode gerar arremate posterior na fachada caso a tubulação seja fixada na mesma.

continua

continuação

	<b>Argamassa ensacada</b>	<b>Silo</b>
<b>Produtividade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- menor produção diária de argamassa;</li> <li>- necessidade de grande quantidade de masseiras para atender a demanda;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- maior produção diária de argamassa;</li> </ul>
<b>Custo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- argamassa mais cara devido ao transporte, R\$/kg;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- argamassa mais barata, R\$/kg;</li> </ul>
<b>Mão de obra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- alto número de funcionários envolvidos;</li> <li>- necessidade de treinamento de serventes para preparar a argamassa;</li> <li>- risco de acidente;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- redução no número de funcionários envolvidos;</li> <li>- não envolvimento de funcionários no preparo da argamassa;</li> <li>- sem risco de acidentes com equipamentos.</li> </ul>
<b>Transporte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- possibilidade de abastecer diversos andares ao mesmo tempo;</li> <li>- utilização acentuada do guincho para garantir o abastecimento do andar;</li> <li>- grande número de atividades que não agregam valor (transporte e estoque);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- entupimento da tubulação pode parar o processo;</li> <li>- liberação do guincho para as demais atividades;</li> <li>- necessidade de argamassa ensacada e de argamassadeiras no andar abastecido para possíveis problemas na tubulação;</li> </ul>
<b>Desperdício</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- maior controle sobre o consumo;</li> <li>- sacos rasgados ou furados durante os transportes perdem argamassa;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- argamassa que fica na tubulação é posta fora ao limpar o equipamento;</li> </ul>
<b>Fornecedores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- muitos;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- poucos;</li> </ul>

(fonte: elaborado pelo autor)

Analisando o quadro comparativo, pode-se notar que são nítidas as diferenças entre os dois sistemas. A praticidade de um sistema com silos, juntamente com a diferença no custo deste método em relação ao outro, é de grande importância na presente situação da construção civil,

e pode pesar muito na hora de se escolher este método ou o outro. Em contrapartida, deve-se levar em consideração que a utilização da argamassa ensacada possibilita um maior controle de qualidade da argamassa. O número de vantagens e desvantagens praticamente se equivale, entretanto, o peso que cada item tem em relação ao outro é que irá determina a escolha do método conforme as necessidades da obra.

## 7 ANÁLISE FINAL

Ao final deste trabalho, pode-se verificar que existe uma série de valores que tem potencial para contribuir na tomada de decisão na escolha do sistema de produção de argamassa. Os resultados obtidos nas comparações de custo, qualidade e procedimento mostram o quanto é importante conhecer os processos antes de realizar a escolha pelo qual se utilizará, pois em muitas oportunidades escolhe-se o método que a maioria utiliza, sem saber se é mais vantajoso ou não.

Ao longo deste trabalho, pode-se verificar as vantagens e desvantagens que cada sistema de abastecimento de argamassa para revestimento externo pode gerar a uma obra, sendo que para a obra estudada, gerou-se essas análises comentadas ao longo do trabalho. Tanto o sistema utilizando argamassa ensacada quanto o sistema utilizando silos oscilam entre os benefícios e as dificuldades.

Em relação ao custo, o método utilizando silos com argamassa é mais vantajoso seja lá qual for o consumo de argamassa. Verificando a qualidade da argamassa, constatou-se que a argamassa ensacada preparada em argamassadeiras tem maior resistência, mas em contrapartida ela variou bastante em alguns corpos de prova, tendo que descartá-los na análise. Já no sistema de produção utilizando silos de argamassa, pode-se concluir que a argamassa sofre variações na resistência ao longo do seu processo de produção, sendo um fator muito desvantajoso ao sistema. Entretanto, pode-se reparar também que a argamassa do silo, mesmo variando ao longo do seu processo, é mais estável do que a argamassa do saco, pois não se precisou retirar nenhum corpo de prova das amostragens deste sistema.

O processo de cada sistema também foi comparado, e neste pode-se notar que o método com silos de argamassa é muito mais prático, pois reduz as áreas de estocagem e a quantidade de pessoas envolvidas no processo de abastecimento. Em contrapartida, no sistema utilizando silos, o transporte da argamassa por vezes era interrompido devido a problemas com entupimento da tubulação ou manutenção da bomba de recalque que enviava argamassa até o pavimento. Já no sistema utilizando argamassa ensacada, o processo era interrompido quando o guincho da obra parava de funcionar, impossibilitando o transporte vertical da argamassa.



## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529**: revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: terminologias. Rio de Janeiro, 1995.

\_\_\_\_\_. **NBR 13749**: revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: especificação. Rio de Janeiro, 1996.

\_\_\_\_\_. **NBR 13279**: argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos: determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. **NBR 13528**: revestimento de paredes de argamassas inorgânicas: determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2010.

BAÍÁ, L. L. M.; SABBATINI, F. H. **Projeto e execução de revestimento de argamassa**. 4. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2008.

BOCCHILE, C. Mistura pelo cano. **Revista Técnica**, São Paulo: Pini, n. 59, não paginado, fev. 2002. Disponível em: <<http://revistatechne.com.br/engenharia-civil/59/imprime32438.asp>>. Acesso em: 9 nov. 2011.

CEOTTO, L. H.; BANDUK, R. C.; NAKAKURA, E. H. **Revestimentos de argamassas: boas práticas em projeto, execução e avaliação**. Porto Alegre: ANTAC, 2005. v. 1.

CICHINELLI, G. C. Solução bombeada. **Revista Técnica**, São Paulo: Pini, ano 18, n. 163, p. 60-63, out. 2010.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Manual de revestimento de fachada**. Salvador, BA, 2006. Disponível em: <<http://www.abcp.org.br/comunidades/salvador/ciclo2/htms/downloads/LNK05/08/Manual%20Revestimento%20Argamassa.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2011.

\_\_\_\_\_. **Práticas recomendadas: revestimentos argamassa e estruturas de concreto**. Salvador, BA, [2009]. Disponível em: <[http://www.abcp.org.br/comunidades/salvador/ciclo3/htms/download/Praticas\\_Recomendadas\\_Revestimentos\\_Argamassa\\_e\\_Estruturas\\_de\\_Concreto.pdf](http://www.abcp.org.br/comunidades/salvador/ciclo3/htms/download/Praticas_Recomendadas_Revestimentos_Argamassa_e_Estruturas_de_Concreto.pdf)>. Acesso em: 28 ago. 2011.

COSTA, F. N. **Processo de execução de revestimento de fachada de argamassa: problemas e oportunidades de melhoria**. 2005. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/10183/000594917.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 15 nov. 2011.

GOMES, A. de O. **Propriedades das argamassas de revestimento de fachadas**. Salvador: COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2008. Disponível em: <[http://www.abcp.org.br/comunidades/salvador/ciclo3/htms/download/Propriedades\\_das\\_argamassas\\_de\\_revestimento\\_2008.pdf](http://www.abcp.org.br/comunidades/salvador/ciclo3/htms/download/Propriedades_das_argamassas_de_revestimento_2008.pdf)>. Acesso em 13 nov. 2011.

MACIEL, L. L.; BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H. **Recomendações para a execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação internas e exteriores e tetos.** São Paulo, SP, 1998. Disponível em:

<<http://pcc2436.pcc.usp.br/Textost%C3%A9nicos/Revestimentos%20verticais/aula%205%202005%20texto%20argamassa.PDF>>. Acesso em: 18 ago. 2011.

MOURA, C. B. **Aderência de revestimentos externos de argamassa em substratos de concreto:** influências das condições de temperatura e ventilação na cura do chapisco. 2007. 232 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13517/000650228.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 3 jun. 2012.

PARAVISI, S. **Avaliação de sistemas de produção de revestimentos de fachada com aplicação mecânica e manual de argamassa.** 2008. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/12561/000630210.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 27 ago. 2011.

PEREIRA JUNIOR, S. A. **Procedimento executivo de revestimento externo em argamassa.** 2010. 69 f. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg2/Monografia%20Solano.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2011.

ROCHA, A. P. Mistura pronta. **Revista Técnica**, São Paulo: Pini, ano 19, n. 174, p. 54-57, set. 2011.

SANTOS, H. B. dos. **Ensaio de aderência das argamassas de revestimento.** 2008. 50 f. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Monografia%20Heraldo%20Barbosa.pdf>>. Acesso em: 8 out. 2011.

SILVA, Rodolfo Araújo da. Sistema de revestimento de argamassa bombeada e projetada. In: SEMANA PENSANDO EM ARGAMASSA, 7., [2009], Salvador, BA. **Apresentação em PowerPoint...** Salvador: Núcleo de Serviços Tecnológicos – UFBA, [2009]. Disponível em pdf em: <<http://www.nst.ufba.br/files/Rodolfo%20Araujo%20da%20Silva.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2011.

SILVA, Ricardo André da. **Projeto de revestimentos de fachada em argamassa:** a questão dos detalhes construtivos. 2011. 62 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

## **APÊNDICE A – Ensaio de resistência de aderência à tração**

# 1 RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO

## 1.1. MATERIAIS E MÉTODOS

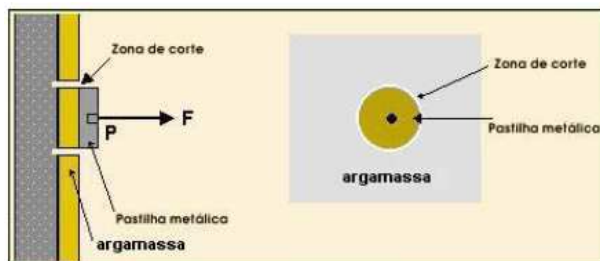
**SUBSTRATO:** Estrutura de concreto com alvenaria de vedação em blocos cerâmicos. Houve regularização do substrato com aplicação de chapisco.

**ARGAMASSA:** ARGAMASSA GROSSA COM FIBRA.

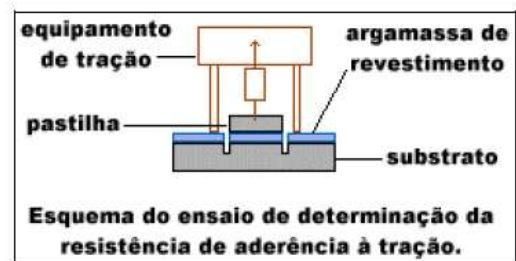
**PREPARO E APLICAÇÃO:** Preparo conforme indicação da empresa fornecedora. Aplicação em espessura média variável, por meio manual (colher e/ou desempeno), com posterior sarrafeamento e desempeno para acabamento. O sistema de revestimento apresentou processo de cura ao ar.

**ENSAIO:** Corpos de prova com seção circular de diâmetro médio aproximado de 50 mm, preparados no dia do ensaio, conforme figura 1A (a), cortados a seco com serra copo diamantada, com profundidade além da argamassa (penetração de aproximadamente 2mm no substrato). Colagem das pastilhas por meio de cola epóxi bi-componente de secagem rápida (transparente 10 min.). O equipamento de tração empregado é do tipo Digital, calibrado, conforme esquema da figura 1A (b), com taxa de carregamento aproximada de 50N/s.

Figura 1A – (a) preparo dos corpos de prova para ensaio – seção circular;  
(b) dispositivo de ensaio – equipamento mecânico de tração



(a)

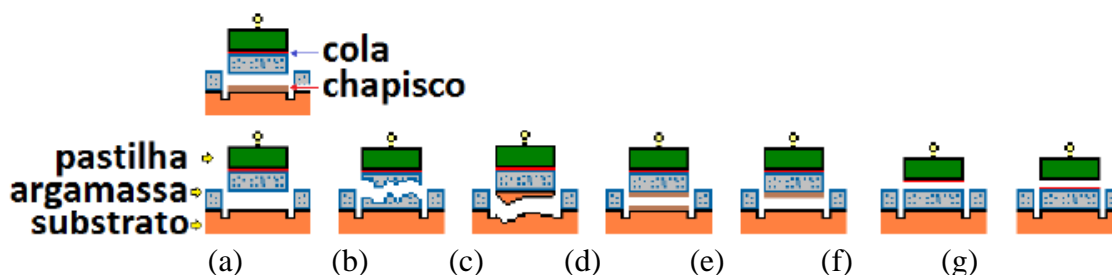


(b)

**INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS:** Ao se analisar os resultados obtidos no ensaio tração por arrancamento, são importantes considerar as situações que podem ocorrer, sendo que a figura 2A mostra as típicas formas de ruptura que podem se apresentar.

1. No caso das rupturas na interface argamassa/substrato ou argamassa/chapisco (a), ou interface do chapisco/substrato (e), o valor da resistência de aderência à tração é igual ao valor obtido no ensaio.
2. Quando a ruptura do corpo de prova não ocorreu totalmente na interface revestimento/substrato (situações (b) – camada de argamassa, (c) – substrato, (d) – chapisco, ou (f) – superficial), dizemos que o valor da resistência à tração não foi determinado e que a aderência do revestimento à base é maior do que o valor encontrado, portanto o resultado do ensaio será precedido pelo sinal > (maior).
3. O resultado deverá ser desprezado quando a ruptura ocorrer na interface cola/pastilha (g), pois indicaria imperfeições na colagem das mesmas.
4. Ocorrendo diferentes formas de ruptura no mesmo corpo de prova, deve-se anotar a percentagem aproximada da área de cada uma.

Figura 2A – Formas típicas de ruptura ocorridas em ensaios de arrancamento



## 1.2. NORMAS REFERENCIADAS

- NBR 13281:2005 Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos
- NBR 13528:2010 Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração

NBR 13749:1996 Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas –  
Especificação

### 1.3 ENSAIOS DE ADERÊNCIA NA FACHADA SUL

A seguir são apresentados os resultados dos ensaios realizados na fachada sul da torre B.

#### 1.3.1 Resultados – Estrutura de concreto

Na tabela 1A, são apresentados os resultados das determinações da resistência de aderência à tração, por arrancamento, da argamassa industrializada (ARGAMASSA GROSSA COM FIBRA), aplicada com espessura média variável, sobre estrutura de concreto armado, na **fachada Sul da torre B**, com aplicação de chapisco. Ensaio no 11. pavimento (exemplares V01 a V06) e 4. pavimento (exemplares V07 a V12). O revestimento foi aplicado a mais de 28 dias.

Tabela 1A – Determinação da resistência de aderência à tração em argamassa –  
NBR 13528 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010)

Identificação LMCC (Obra)	Área Efetiva (mm <sup>2</sup> )	Carga de Ruptura (N)	Resistência de aderência à tração (MPa)	Formas típicas de ruptura (%)							Espessura (mm)
				(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	
V01	1.924	563	> 0,29						100		10
V02	1.924	708	> 0,37		100						10
V03	1.924	603	0,31	100							12
V04	1.924	816	> 0,42		100						10
V05	1.924	326	> 0,17					100			11
V06	1.924	795	> 0,41		100						12
V07	1.924	990	> 0,51		100						27
V08	1.924	1.081	> 0,56						100		27
V09	1.924	726	> 0,38		100						30
V10	1.924	1.024	> 0,53	20	80						29
V11	1.924	610	> 0,32						100		28
V12	1.924	1.118	> 0,58		100						28

Resistência média calculada: > 0,46MPa – ruptura predominante do tipo coesiva (na camada da argamassa de revestimento) – situação (b) – presente em sete corpos de prova válidos.

Desvio-padrão amostral = 0,08MPa.

Coefficiente de Variação no ensaio = 18,2%.

Unidades no S I, sendo adotado 1,0 N 0,1 kgf.

### 1.3.2 Resultados – Encunhamento

Na tabela 2A, são apresentados os resultados das determinações da resistência de aderência à tração, por arrancamento, da argamassa industrializada (ARGAMASSA GROSSA COM FIBRA), aplicada com espessura média variável, sobre a interface da estrutura de concreto armado com a alvenaria de vedação (encunhamento), na **fachada Sul da torre B**, com aplicação de chapisco. Ensaio no 11. pavimento (exemplares E01 a E06) e 4. pavimento (exemplares E07 a E12). O revestimento foi aplicado a mais de 28 dias.

Tabela 2A – Determinação da resistência de aderência à tração em argamassa – NBR 13528 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010)

Identificação LMCC (Obra)	Área Efetiva (mm <sup>2</sup> )	Carga de Ruptura (N)	Resistência de aderência à tração (MPa)	Formas típicas de ruptura (%)						Espessura (mm)	
				(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)		(g)
E01	1.924	620	> 0,32		100						17
E02	1.924	581	0,30	80	20						18
E03	1.924	904	0,47	100							22
E04	1.924	530	0,28	100							20
E05	1.924	694	0,36	100							20
E06	1.924	425	0,22	100							18
E07	1.924	561	> 0,29		100						38
E08	1.924	663	> 0,34		100						40
E09	1.924	580	> 0,30		100						37
E10	1.924	817	> 0,42		100						37
E11	1.924	544	> 0,28		100						35
E12	1.924	593	0,31	100							38

Resistência média calculada: = 0,32MPa – ruptura predominante do tipo adesiva (interface da argamassa de revestimento com o chapisco) – situação (a) – presente em seis corpos de prova válidos.

Desvio-padrão amostral = 0,09MPa.

Coefficiente de Variação no ensaio = 26,4%.

Unidades no S I, sendo adotado 1,0 N 0,1 kgf.

### 1.3.3 Resultados – Alvenaria de vedação

Na tabela 3A, são apresentados os resultados das determinações da resistência de aderência à tração, por arrancamento, da argamassa industrializada (ARGAMASSA GROSSA COM FIBRA), aplicada com espessura média variável, sobre alvenaria de vedação em blocos cerâmicos, na **fachada Sul da torre B**, com aplicação de chapisco. Ensaio no 11. pavimento (exemplares A01 a A06) e 4. pavimento (exemplares A07 a A12). O revestimento foi aplicado a mais de 28 dias.

Tabela 3A – Determinação da resistência de aderência à tração em argamassa – NBR 13528 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010)

Identificação LMCC (Obra)	Área Efetiva (mm <sup>2</sup> )	Carga de Ruptura (N)	Resistência de aderência à tração (MPa)	Formas típicas de ruptura (%)						Espessura (mm)	
				(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)		(g)
A01	1.924	610	0,32	100							24
A02	1.924	515	0,27	100							19
A03	1.924	583	0,30	100							22
A04	1.924	540	0,28	100							22
A05	1.924	433	0,23	80				20			22
A06	1.924	598	0,31	100							21
A07	1.924	935	> 0,49						100		38
A08	1.924	532	0,28	100							42
A09	1.924	1.028	> 0,53		100						38
A10	1.924	454	> 0,24							100	37
A11	1.924	601	> 0,31						100		40
A12	1.924	1.109	0,58	100							39

Resistência média calculada: = 0,32MPa – ruptura predominante do tipo adesiva (interface da argamassa de revestimento com o substrato) – situação (a) – presente em oito corpos de prova válidos.

Desvio-padrão amostral = 0,11MPa.



Coefficiente de Variação no ensaio = 33,7%.

Unidades no S I, sendo adotado 1,0 N 0,1 kgf.

### **1.3.4 Considerações finais**

Conforme a NBR 13749 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996), o limite de resistência de aderência à tração, para revestimento em camada única para paredes externas, base pintura (cerâmica), aos 28 (vinte e oito) dias, deve, em pelo menos quatro dentre seis valores, ter resistência superior ou igual a 0,30MPa.

## **1.4 ENSAIOS DE ADERÊNCIA NA FACHADA LESTE**

A seguir são apresentados os resultados dos ensaios realizados na fachada leste da torre B.

### **1.4.1 Resultados – Estrutura de concreto**

Na tabela 4A, são apresentados os resultados das determinações da resistência de aderência à tração, por arrancamento, da argamassa industrializada (ARGAMASSA GROSSA COM FIBRA), aplicada com espessura média variável, sobre estrutura de concreto armado, na **fachada Leste da torre B**, com aplicação de chapisco. Ensaio no 11. pavimento (exemplares V01 a V06) e 4. pavimento (exemplares V07 a V12). O revestimento foi aplicado a mais de 28 dias.

Tabela 4A – Determinação da resistência de aderência à tração em argamassa – NBR 13528 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010)

Identificação LMCC (Obra)	Área Efetiva (mm <sup>2</sup> )	Carga de Ruptura (N)	Resistência de aderência à tração (MPa)	Formas típicas de ruptura (%)							Espessura (mm)
				(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	
V01	1.924	411	0,21	100							25
V02	1.924	606	> 0,31		100						26
V03	1.924	519	0,27	100							34
V04	1.924	717	0,37	100							35
V05	1.924	865	> 0,45		100						35
V06	1.924	703	> 0,37		100						40
V07	1.924	382	0,20	100							20
V08	1.924	579	> 0,30		100						21
V09	1.924	444	0,23	100							25
V10	1.924	402	0,21	100							26
V11	1.924	455	0,24					100			28
V12	1.924	463	0,24	100							29

Resistência média calculada: = 0,25MPa – ruptura predominante do tipo adesiva (interface da argamassa de revestimento com o chapisco) – situação (a) e (e) – presente em oito corpos de prova válidos.

Desvio-padrão amostral = 0,06MPa.

Coefficiente de Variação no ensaio = 22,6%.

Unidades no S I, sendo adotado 1,0 N 0,1 kgf.

### 1.4.2 Resultados – Encunhamento

Na tabela 5A, são apresentados os resultados das determinações da resistência de aderência à tração, por arrancamento, da argamassa industrializada (ARGAMASSA GROSSA COM FIBRA), aplicada com espessura média variável, sobre a interface da estrutura de concreto armado com a alvenaria de vedação (encunhamento), na **fachada Leste da torre B**, com aplicação de chapisco. Ensaio no 11. pavimento (exemplares E01 a E06) e 4. pavimento (exemplares E07 a E12). O revestimento foi aplicado a mais de 28 dias.

Tabela 5A – Determinação da resistência de aderência à tração em argamassa – NBR 13528 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010)

Identificação LMCC (Obra)	Área Efetiva (mm <sup>2</sup> )	Carga de Ruptura (N)	Resistência de aderência à tração (MPa)	Formas típicas de ruptura (%)							Espessura (mm)
				(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	
E01	1.924	436	> 0,23		100						43
E02	1.924	570	0,30	100							43
E03	1.924	866	0,45	100							44
E04	1.924	574	0,30	100							42
E05	1.924	465	0,24	100							40
E06	1.924	254	0,13	100							45
E07	1.924	507	0,26	100							31
E08	1.924	581	> 0,30		100						32
E09	1.924	462	0,24	100							32
E10	1.924	586	0,30					100			33
E11	1.924	646	> 0,34		100						33
E12	1.924	435	0,23	90			10				33

Resistência média calculada: = 0,27MPa – ruptura predominante do tipo adesiva (interface da argamassa de revestimento com o chapisco) – situação (a) e (e) – presente em nove corpos de prova válidos.

Desvio-padrão amostral = 0,09MPa.

Coefficiente de Variação no ensaio = 33,5%.

Unidades no S I, sendo adotado 1,0 N 0,1 kgf.

### 1.4.3 Resultados – Alvenaria de vedação

Na tabela 6A, são apresentados os resultados das determinações da resistência de aderência à tração, por arrancamento, da argamassa industrializada (ARGAMASSA GROSSA COM FIBRA), aplicada com espessura média variável, sobre alvenaria de vedação em blocos cerâmicos, na **fachada Leste da torre B**, com aplicação de chapisco. Ensaio no 11. pavimento (exemplares A01 a A06) e 4. pavimento (exemplares A07 a A12). O revestimento foi aplicado a mais de 28 dias.

Tabela 6A – Determinação da resistência de aderência à tração em argamassa – NBR 13528 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010)

Identificação LMCC (Obra)	Área Efetiva (mm <sup>2</sup> )	Carga de Ruptura (N)	Resistência de aderência à tração (MPa)	Formas típicas de ruptura (%)							Espessura (mm)
				(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	
A01	1.924	450	> 0,23		100						44
A02	1.924	371	> 0,19		100						38
A03	1.924	378	> 0,20	20	80						40
A04	1.924	498	0,26	100							43
A05	1.924	330	> 0,17		100						38
A06	1.924	366	> 0,19		100						41
A07	1.924	553	> 0,29		100						38
A08	1.924	614	> 0,32		100						37
A09	1.924	619	0,32	90			10				39
A10	1.924	391	> 0,20		100						36
A11	1.924	323	0,17	100							38
A12	1.924	440	> 0,23		100						40

Resistência média calculada: > 0,22MPa – ruptura predominante do tipo coesiva (camada de argamassa) – situação (b) – presente em seis corpos de prova válidos.

Desvio-padrão amostral = 0,05MPa.

Coefficiente de Variação no ensaio = 21,8%.

Unidades no S I, sendo adotado 1,0 N 0,1 kgf.

#### 1.4.4 Considerações finais

Conforme a NBR 13749 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996), o limite de resistência de aderência à tração, para revestimento em camada única para paredes externas, base pintura (cerâmica), aos 28 (vinte e oito) dias, deve, em pelo menos quatro dentre seis valores, ter resistência superior ou igual a 0,30MPa.