

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Guilherme Miguel Muller

**ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA E DO CONSUMO DE  
MATERIAIS NA EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO DE FACHADA EM  
ARGAMASSA**

Florianópolis

2017-1

Guilherme Miguel Muller

**ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA E DO CONSUMO DE  
MATERIAIS NA EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO DE FACHADA EM  
ARGAMASSA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Cristine do Nascimento Mutti, Dr.<sup>a</sup>

Florianópolis

2017-1

Guilherme Miguel Muller

**ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA E DO CONSUMO DE  
MATERIAIS NA EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO DE FACHADA EM  
ARGAMASSA**

Este trabalho foi julgado adequado para a obtenção do Título de Engenheiro Civil, e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 12 de junho de 2017.

Professora: Luciana Rohde, PhD.  
Coordenadora do Curso de Engenharia Civil  
Universidade Federal de Santa Catarina

**Banca Examinadora:**



---

Prof.<sup>a</sup>, Dr.<sup>a</sup> Cristine do Nascimento Mutti  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.<sup>a</sup>, Dr.<sup>a</sup> Fernanda Fernandes Marchiori  
Universidade Federal de Santa Catarina

M.<sup>a</sup> Camila Isaton Morgado  
Universidade Federal de Santa Catarina

## **AGRADECIMENTOS**

De forma especial, agradeço aos meus pais, minha fonte de inspiração, por todo apoio e compreensão ao longo da caminhada da vida. Agradeço ainda de forma especial o meu irmão, que sempre tem me apoiado e incentivado a buscar novos horizontes.

Agradeço a minha namorada, que me apoiou em todos os momentos durante a faculdade, mas principalmente durante a realização deste trabalho.

Aos amigos, pela alegria em poder compartilhar bons momentos, descontração nas horas mais importantes, e de deixar lembranças e momentos guardados na memória pro resto da vida.

Agradeço de forma especial a Professora Cristine do Nascimento Mutti, Dr.<sup>a</sup>, por todos os ensinamentos e por toda a compreensão durante a faculdade e no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço a Universidade Federal de Santa Catarina, por todo o conhecimento e estrutura de suporte.

Agradeço a todos os professores e colegas que me auxiliaram ao longo deste período.

Agradeço a Professora Fernanda Fernandes Marchiori, Dr.<sup>a</sup>, pelos materiais disponibilizados, como também pelas conversas esclarecedoras para a elaboração deste estudo.

Agradeço ainda a todos aqueles que de maneira indireta estiveram comigo durante essa jornada.

*"A vida é uma peça de teatro que não permite ensaios. Por isso, cante, chore, dance, ria e viva intensamente, antes que a cortina se feche e a peça termine sem aplausos."*

*Charles Chaplin*

## RESUMO

A busca de melhoria contínua dentro das empresas atualmente tem feito com que as suas atividades passem a ser mais estudadas e planejadas durante toda a construção do edifício. A criação de um banco de dados com a produtividade e o consumo unitário dos materiais utilizados na execução do revestimento de fachada em argamassa permite às empresas elaborarem um planejamento e orçamento mais adequado, além de ser uma fonte identificadora de possíveis problemas que estão acontecendo no processo. O revestimento de fachada é uma atividade muito relevante no caminho crítico, que quando aprimorada pode reduzir a duração da obra. Este trabalho tem por objetivo geral analisar a execução do revestimento de fachada em argamassa de um edifício residencial, onde a partir de uma análise da produtividade da mão de obra e do consumo de materiais foi possível identificar os fatores influenciadores do processo, como também sugerir melhorias. Os dados foram coletados na construção de um edifício residencial na cidade de Balneário Camboriú. Foram coletadas a quantidade de horas em que a equipe de oficiais executava a atividade, a quantidade de serviço feito e também a quantidade de material utilizada para a mesma. Ao se comparar esses dados com os de demais trabalhos publicados, foi possível concluir que a produtividade da mão de obra apresentou bons resultados. Entretanto, o consumo unitário de material foi bastante elevado, quando comparado com outros estudos.

**Palavras-chave:** Produtividade; Consumo unitário de materiais; Revestimento de fachada de argamassa.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação genérica de um sistema produtivo.....	18
Figura 2 - O processo de transformação no sistema produtivo da construção civil. .	19
Figura 3 - Diferentes abrangências quanto à mão de obra contemplada.....	23
Figura 4 - Cálculo da RUP diária e cumulativa.....	25
Figura 5 - Visualização das diferentes RUP's. ....	25
Figura 6 - Natureza das perdas: a) entulho b) incorporada c) roubo.....	28
Figura 7 - Fatores condicionantes do desempenho das argamassas de revestimento. .....	31
Figura 8 - Revestimento de camada única.....	36
Figura 9 - Revestimento de camada dupla.....	36
Figura 10 - Esquema das atividades realizadas neste trabalho.....	43
Figura 11 - Fachada frontal do edifício em estudo. ....	47
Figura 12 - Ajudante alcançando argamassa para o oficial sobre o balancim. ....	52
Figura 13 - Oficiais trabalhando sobre o balancim durante a execução da segunda camada.....	52
Figura 14 - Produtividade para o revestimento externo de paredes com argamassa apresentada pela TCPO (PINI, 2010).....	64
Figura 15 - Produtividade encontrada para o revestimento de argamassa no estudo realizado por Salvador para a Equipe A.....	64
Figura 16 - Produtividade encontrada para o revestimento de argamassa no estudo realizado por Salvador para a Equipe B.....	64
Figura 17 - Produtividade encontrada para o revestimento de argamassa das fachadas analisadas neste estudo. ....	64

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Intervalos mínimos de execução de revestimentos de fachada.....	39
Tabela 2 - Resultados da fachada 2 BCD. ....	56
Tabela 3 - Dados da fachada 2 BCD.....	56
Tabela 4 - Resultados da fachada 3 AB. ....	57
Tabela 5 - Dados da fachada 3 AB.....	57
Tabela 6 - Resultados da fachada 4 A. ....	58
Tabela 7 - Dados da fachada 4 A. ....	58
Tabela 8 - Resultados da fachada 4 B. ....	59
Tabela 9 - Dados da fachada 4 B. ....	59
Tabela 10 - Resultados da fachada 5 A. ....	60
Tabela 11 - Dados da fachada 5 A. ....	60
Tabela 12 - Resultados da fachada 5 B. ....	61
Tabela 13 - Dados da fachada 5 B. ....	62

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Lista das propriedades indicadas pelo Comitê 13-MR da RILEM, como requisitos de desempenho.....	33
Quadro 2 - Controle da produtividade da mão de obra e do consumo de materiais para o revestimento de fachada. ....	48

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CUM	Consumo unitário de materiais
ICC	Indústria da Construção Civil
ISO 9001	Normatização da Associação Brasileira de Normas Técnicas que certifica os Sistemas de Gestão da Qualidade
NBR	Norma brasileira aprovada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat
RILEM	Réunion Internationale des Laboratoires et Experts des Matériaux, systèmes de construction et ouvrages
RUP	Razão unitária de produção
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil
TCPO	Tabela de Composições de Preços para Orçamentos

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
1.1	JUSTIFICATIVA	15
1.2	OBJETIVOS	15
1.2.1	<b>Objetivo Geral</b>	<b>15</b>
1.2.2	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>15</b>
1.3	DELIMITAÇÕES E LIMITAÇÕES	16
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	16
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>18</b>
2.1	PRODUTIVIDADE	18
2.1.1	<b>Conceitos e características</b>	<b>18</b>
2.1.2	<b>A importância do estudo da produtividade</b>	<b>19</b>
2.1.3	<b>Razão Unitária de Produção (RUP)</b>	<b>21</b>
2.2	CONSUMO DE MATERIAIS	25
2.2.1	<b>O consumo de materiais na construção civil</b>	<b>25</b>
2.2.2	<b>Consumo Unitário de Materiais (CUM)</b>	<b>26</b>
2.3	REVESTIMENTO DE FACHADA EM ARGAMASSA	29
2.3.1	<b>Características e funções do revestimento de argamassa</b>	<b>29</b>
2.3.2	<b>Propriedades do revestimento</b>	<b>32</b>
2.3.3	<b>Composição do sistema de revestimento</b>	<b>35</b>
2.3.4	<b>Projeto de fachadas</b>	<b>37</b>
2.3.5	<b>Técnica executiva do revestimento</b>	<b>38</b>
<b>3</b>	<b>MÉTODO DE PESQUISA</b>	<b>42</b>
3.1	AMBIENTE DE PESQUISA	44
3.2	DESCRIÇÃO DA FORMA DE LEVANTAMENTO DOS DADOS	45
3.3	DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE COLETA DE DADOS	47
3.3.1	<b>Instrumento de coleta de dados</b>	<b>47</b>
3.3.2	<b>Coleta de dados da mão de obra</b>	<b>49</b>
3.3.3	<b>Coleta de dados do consumo de materiais</b>	<b>49</b>
3.4	MATERIAIS UTILIZADOS	49
3.5	FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS	50

3.6	ETAPAS DA EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO DE FACHADA EM ARGAMASSA .....	50
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>54</b>
4.1	ANÁLISE DOS RESULTADOS DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA E DO CONSUMO DE MATERIAIS DO EMBOÇO .....	55
4.1.1	Análise da fachada 2 BCD.....	55
4.1.2	Análise da fachada 3 AB .....	56
4.1.3	Análise da fachada 4 A.....	58
4.1.4	Análise da fachada 4 B.....	58
4.1.5	Análise da fachada 5 A.....	59
4.1.6	Análise da fachada 5 B.....	61
4.2	ANÁLISE DOS RESULTADOS DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA PARA O REQUADRO DAS JANELAS .....	62
4.3	COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS .....	64
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>67</b>
5.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	67
5.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	68
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>70</b>

## 1 INTRODUÇÃO

É de conhecimento geral que a Indústria da Construção Civil (ICC) brasileira vem passando por diversas transformações nos últimos anos devido a inúmeros fatores. Entre estes, pode-se destacar a diminuição do crédito imobiliário, o aumento da concorrência entre as empresas construtoras e o aumento da oferta de imóveis no mercado fazendo com que a exigência por parte dos clientes também aumente. É possível ainda citar a diminuição da atuação do governo na demanda por obras, a perda de poder aquisitivo da população e também a melhoria dos mecanismos de defesa do consumidor. Em contrapartida ao atual momento, muitas empresas tem buscado o melhoramento contínuo de seus processos a fim de aumentar a qualidade do seu produto final.

Cardoso (1996) cita que as empresas da construção civil, desejosas de obter vantagens sobre seus concorrentes, podem adotar ações, como: a redução do desperdício; o aumento da produtividade; o investimento na articulação entre projetistas, produção e manutenção; o domínio dos custos; o domínio e implantação de novas técnicas e métodos construtivos; a melhoria da gestão da mão de obra; o emprego de ferramentas e métodos de melhoria de qualidade; a melhoria da organização e gestão dos subempreiteiros. Complementando as ações citadas por Cardoso, a construção civil tem buscado o auxílio da tecnologia da informação para melhorar a integração de projetos, dados e informações sempre em busca de facilitar os processos e reduzir os custos (MORAES, 2006).

O consumo exagerado de materiais para determinadas atividades, aliado com uma mão de obra pouco qualificada, reflete em grandes perdas físicas para as empresas. De acordo com Souza (2000), as perdas de materiais representam de 3 a 8% do custo total da obra, alcançando um valor próximo a 20% da massa prevista para o edifício. Haja vista que esse ainda é um desafio a ser superado pelas empresas construtoras no Brasil, algumas delas tem buscado desenvolver maneiras de racionalizar os processos e atividades que serão executados em seus canteiros de obras.

O revestimento de fachada em argamassa tem sido utilizado por muitos anos no Brasil, mas apesar do longo tempo de uso e conhecimento das empresas, verifica-se que ainda existe uma considerável incidência de falhas e problemas patológicos, desperdícios de materiais, mão-de-obra e tempo, além de custos

elevados de produção (SABBATINI e BAÍA, 2000). O problema citado por Sabbatini e Baía, é também abordado por Costa (2013), onde a grande incidência de fissuras, infiltrações, descolamentos de argamassa ou pinturas, eflorescências, entre outros, continuam sendo problemas tradicionais na construção civil, e que por isso devem ser continuamente estudados.

O revestimento em argamassa é de grande importância no contexto dos serviços relacionados a construção civil, uma vez que segundo Carneiro (1993), as principais funções do revestimento externo de argamassa referem-se à contribuição para a estanqueidade à água das fachadas, para o conforto térmico e acústico do ambiente construído, para a segurança ao fogo e para o bom aspecto do envelope da edificação. Cumprindo satisfatoriamente essas funções, atinge-se o desempenho necessário das argamassas de revestimento externo.

Atualmente, a importância em se obter o maior número de dados de boa qualidade e informações de todas as atividades que estão sendo executadas no canteiro de obras, podem refletir em economia a partir do momento em que estes dados são estudados, e que a partir deles, sejam feitas mudanças e correções em busca de melhores resultados. Acredita-se que a análise da produtividade e do consumo de materiais nos diferentes processos possuam grande importância na elaboração dos cronogramas e orçamentos, pois com dados próprios as empresas tem maior precisão na hora de realizar o planejamento e o orçamento.

Proverbs et al. (1999) afirmam que o conhecimento de indicadores de produtividade é fundamental para as empresas de construção, pois servem de parâmetros para a aferição de suas capacidades e de seus processos em confronto com os seus concorrentes. Para Souza (1997), a produtividade é tema da maior importância para a realização de estudos e pesquisas, pois as construtoras se encontram desguarnecidas quanto a esse tema. Apesar da afirmação anterior ter sido feita há 20 anos atrás, acredita-se que ainda haja esta carência no setor, portanto, o seu estudo é de extrema importância para a Indústria da Construção Civil.

Além disso, Costa (2003) afirma que é importante que as empresas tenham noção dos índices de perdas e produtividade em seus canteiros, para assim buscarem melhorias. Este trabalho não abordará as perdas, entretanto, elas serão mencionadas ao longo deste estudo em função de fazerem parte do consumo de materiais dentro dos processos em um canteiro de obras.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

O aperfeiçoamento nos processos de construção não representa apenas ganhos em tempo e qualidade, mas também pode representar economia financeira para as empresas.

A motivação para a realização deste trabalho vem da quantidade excessiva de materiais que eram utilizados para a realização desta atividade no canteiro de obras em estudo. Viu-se a necessidade de entender de maneira mais aprofundada, o que estava acontecendo no processo de revestimento de fachada em argamassa.

Diante da importância em se estudar cada vez mais os processos da construção civil, este trabalho abordará dois dos principais recursos de uma obra: a produtividade da mão-de-obra e o consumo de materiais. Esses recursos são os maiores responsáveis pelo custo total de uma obra (SINDUSCON, 2000).

Com tamanha importância dentro da Indústria da Construção Civil, uma análise minuciosa da produtividade da mão de obra e do consumo unitário de materiais no processo de revestimento de fachada em argamassa, vem de encontro com a necessidade das empresas atualmente, pois é de conhecimento comum a necessidade das empresas em racionalizar ao máximo os seus gastos para obterem maiores vantagens diante de um mercado tão competitivo.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo principal analisar a execução do revestimento de fachada em argamassa de um edifício em construção, a partir de dados de produtividade da mão de obra e do consumo de materiais.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- Analisar a produtividade da mão de obra e o consumo de materiais de forma unitária;
- Identificar os fatores influenciadores dos valores da produtividade e do consumo de materiais;

- Comparar os índices da literatura com os encontrados neste estudo;

### 1.3 DELIMITAÇÕES E LIMITAÇÕES

A abordagem deste trabalho se delimita à análise do consumo unitário de materiais, não abordando as perdas envolvidas, pois existe uma limitação para adquirir os dados de maneira confiável.

Neste trabalho, foram avaliados apenas a produtividade e o consumo de materiais para a execução do emboço. O chapisco, o taqueamento e a colocação de telas (em partes da parede em que o revestimento ficou mais grosso, e a empresa por sua vez considera necessária a colocação), foi feito por outra equipe ou em horários onde o emboço estava sendo executado e por esse motivo não foi considerado na análise. Posteriormente para comparar com outras referências, será acrescido o valor da produtividade do chapisco. Além disso, não foi considerado o tempo despendido nem a quantidade de material utilizada para requadro de janelas nas análises da RUP e do CUM.

### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos, que serão apresentados a seguir:

Neste capítulo, é apresentada uma breve introdução sobre o mercado nacional junto com a importância de se buscar melhorias nos processos da construção civil. Além disso, são apresentadas as justificativas e motivações para a realização deste estudo. Há ainda a apresentação dos objetivos geral e específicos, das delimitações e limitações do trabalho, como também a proposta de estrutura do trabalho.

A revisão bibliográfica, segundo capítulo, irá abordar a produtividade e o consumo unitário de materiais na construção civil, aliado ao processo de revestimento de fachada em argamassa.

O terceiro capítulo descreve o método utilizado, onde são apresentadas as maneiras que foram obtidos os dados para a elaboração da análise em estudo.

No quarto capítulo serão discutidos os resultados obtidos que posteriormente serão comparados a literatura a fim de se tirar conclusões a respeito do processo avaliado.

O último capítulo traz as conclusões obtidas ao fim do trabalho, bem como reflexões a respeito do desenvolvimento do tema. Também são apresentadas algumas sugestões para trabalhos futuros.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 PRODUTIVIDADE

#### 2.1.1 Conceitos e características

A palavra produtividade teve seu primeiro relato de utilização em meados do século XVIII, quando segundo Dantas (2011), o termo produtividade foi empregado pela primeira vez em 1766, de maneira formal, pelo economista francês Quesnay. Entretanto, foi nas últimas décadas que essa palavra se tornou imprescindível para o crescimento e consolidação das empresas em um mercado cada vez mais competitivo.

Para Silva (1986) produtividade é a capacidade de se produzir mais e melhor em menos tempo, com menos esforço, sem alterar os recursos disponíveis.

Souza (1996) afirma que a produtividade é a relação entre as saídas geradas por um processo produtivo e os recursos demandados na obtenção de tais saídas. Ainda segundo Souza (1996), a produtividade é a medida da eficiência do processo produtivo na transformação de recursos físicos (entradas) em quantidade de serviço executado (saídas), sendo que as entradas podem ser representadas pelos materiais, equipamentos e mão de obra. Assim como Souza (1996), Araújo (2000) apresenta o esquema do sistema produtivo na Figura 1.

Figura 1 - Representação genérica de um sistema produtivo.



Fonte: Araújo (2000).

A produtividade passa a ser geralmente representada como uma razão entre os recursos (físicos ou financeiros) que entram num processo e os resultados que saem do mesmo (produtos, serviços, capital, etc.) (ARAÚJO, 2000).

O esquema do sistema produtivo na construção civil tem como entradas os materiais, mão-de-obra e equipamentos, e após o processo, tem-se algo como saída. A Figura 2 representa o esquema de transformação no sistema produtivo da construção civil.

Figura 2 - O processo de transformação no sistema produtivo da construção civil.



Fonte: Carraro e Souza (1998).

### 2.1.2 A importância do estudo da produtividade

Souza (1996) define a mão de obra como o mais precioso recurso participante da execução de obras de construção civil, não somente porque “representa alta porcentagem do custo, mas principalmente, em função de estar lidando com seres humanos, que detêm uma série de necessidades que deveriam ser supridas”.

Na construção civil o custo da mão-de-obra pode chegar a 50% do custo total de um empreendimento, dependendo do tipo da obra e do grau de industrialização (SOUZA, 2006). O estudo da produtividade em um canteiro de obras então, pode se tornar uma ferramenta muito importante na hora de tomar decisões, principalmente no momento da elaboração do planejamento e orçamento da obra.

Araújo e Souza (2001) mencionam que, com relação a tomada de decisões na obra, o conhecimento da produtividade da mão de obra, bem como o entendimento das razões que a fazem ser melhor ou pior, constituem ferramentas importantes para apoiar as decisões dos gestores da construção civil. Desta maneira, a obtenção de dados precisos sobre a produtividade da mão de obra possibilita o controle de diversos fatores que influenciam o processo como um todo, se tornando um diferencial para as construtoras que estão preocupadas com seu aumento de competitividade.

Araújo (2000) cita que os benefícios possíveis de serem alcançados com o estudo da produtividade da mão de obra são:

- Previsão do consumo de mão de obra;
- Previsão da duração dos serviços;
- Avaliação e comparação dos resultados;
- Desenvolvimento/aperfeiçoamento de métodos construtivos.

Lima (2014) afirma que o contexto atual das empresas é propício para que se defina a evolução da produtividade como meta importante para o negócio. Há alguns anos, o crescimento do mercado e a inflação de preços por metro quadrado não pressionavam em direção ao aumento da eficiência. Hoje, como demanda e preço estão em acomodação, resultados melhores dependem de processos mais eficientes.

Na busca da racionalização dos recursos e materiais, como também o melhoramento contínuo dos seus serviços, o controle de produção é uma ferramenta importante para as empresas, pois é a partir dela que as empresas conseguem identificar alterações e definir as mudanças necessárias.

Dentre os problemas crônicos existentes na construção civil, os baixos índices de produtividade merecem destaque, uma vez que os gestores não costumam ter conhecimento sobre a qualidade da mão de obra que se demanda para produzir determinado serviço, e conseqüentemente, não possuem parâmetros para buscarem atitudes corretivas caso haja algum problema (CARRARO e SOUZA, 1998).

É de conhecimento geral que o panorama atual é semelhante ao abordado por Souza (2005), onde a maior dificuldade de se envolver com o estudo de produtividade na Indústria da Construção, tem sido algumas características que perduram, tais como: o caráter nômade dos canteiros de obra, a absorção de mão de obra com baixa qualificação, os baixos salários vigentes e a alta rotatividade dos empregados das construtoras, assim como a baixa atração quanto a novos ingressantes no setor.

A construção civil talvez seja o segmento produtivo que mais apresenta variação de produtividade em seus processos. Souza (2001) salienta que a produtividade da mão-de-obra, na execução de revestimento de fachada, pode variar significativamente de uma obra para outra, com valores entre 1,23 a 5,13 Hh/m<sup>2</sup>, o que representa uma diferença de 317% entre o maior e o menor valor. Existem inúmeros motivos para uma discrepância tão grande nos valores encontrados pelas empresas. Para o revestimento de fachada, exemplo anteriormente citado, pode-se considerar como possíveis influenciadores do processo a forma de remuneração do serviço (por produção ou por hora); o clima do local; a qualificação da mão de obra; o tamanho da equipe envolvida; a espessura do revestimento; a disposição dos materiais para a equipe; o local de trabalho e

inúmeros outros fatores que de alguma maneira possam influenciar no resultado final.

Em relação à remuneração, alguns autores citam o incentivo financeiro como um fator significativo da variação da produtividade da mão de obra (TEIXEIRA, 1998); (ZAKERI et al., 1997). Existe ainda outro fator importante para a variação da produtividade. Heineck (1991) define que o efeito aprendizagem é um fenômeno causado pela repetição de uma tarefa, e essa experiência conduz a um melhor desempenho, e conseqüentemente a um aumento da produtividade.

### **2.1.3 Razão Unitária de Produção (RUP)**

Para mensurar a produtividade da mão de obra, adota-se o indicador chamado de razão unitária de produção (RUP), que relaciona as medidas de entrada (homens-hora utilizados) à saída (quantidade de serviço executada), e é definida a partir da Equação 1 (SOUZA, 2001):

$$RUP = \frac{Hh}{QS} \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:

RUP = razão unitária de produção;

Hh = mensuração do esforço humano despendido, em homem hora, para a produção do serviço;

QS = quantidade de serviço.

Portanto, ressalta-se que a produtividade é melhor quanto menor for o valor da RUP para executar determinado serviço.

O uso da RUP possibilita identificar os fatores que influenciam a produtividade da mão de obra, segundo o Modelo dos Fatores proposto por Thomas; Yakoumis (1987).

Neste modelo, a produtividade muda na medida em que ocorre a variação dos fatores associados ao conteúdo ou ao contexto do serviço. Podem-se citar como exemplos de fatores relacionados ao conteúdo da execução do revestimento de argamassa de fachada: a quantidade de quinas e cantos da fachada; a quantidade de requadros; a espessura do revestimento, entre outros. Em relação aos fatores ligados ao contexto, é possível citar: o tipo de aplicação (manual ou mecânica); a

forma de acesso à área a ser revestida; a forma de transporte dos materiais, entre outros.

Ainda existem outros fatores que são considerados anormalidades, que devem ser registradas no estudo e dentre elas pode-se citar: quebra de equipamento de transporte; a ocorrência de chuva no momento da execução; a quebra do equipamento de mistura; etc.

Para a que ocorra a mensuração da produtividade é importante que haja uma padronização de determinados aspectos a fim de se obter resultados corretos. De acordo com Souza (2001), há de se padronizar três aspectos:

- a quantificação dos Homens-hora (entradas);
- a quantificação do serviço (saídas);
- a definição do período de tempo ao qual as mensurações de entrada e saída se referem.

Em relação à quantidade de tempo a ser analisada, considera-se as horas disponíveis para o trabalho, ou seja, o período de tempo total em que o operário está executando aquele determinado serviço. Além disso, não são descontadas as horas de paralisação por falta de material ou problemas com transporte, por exemplo.

A quantidade de serviço, utilizada no cálculo da RUP, é feita a partir da quantidade líquida em lugar da quantidade bruta, muitas vezes usada para critérios de pagamento. Para o revestimento de fachada, em geral é utilizada a área líquida em metros quadrados, onde são descontados os vãos (janelas).

Araújo (2000) descreve os tipos de RUP de acordo com o período analisado, sendo elas:

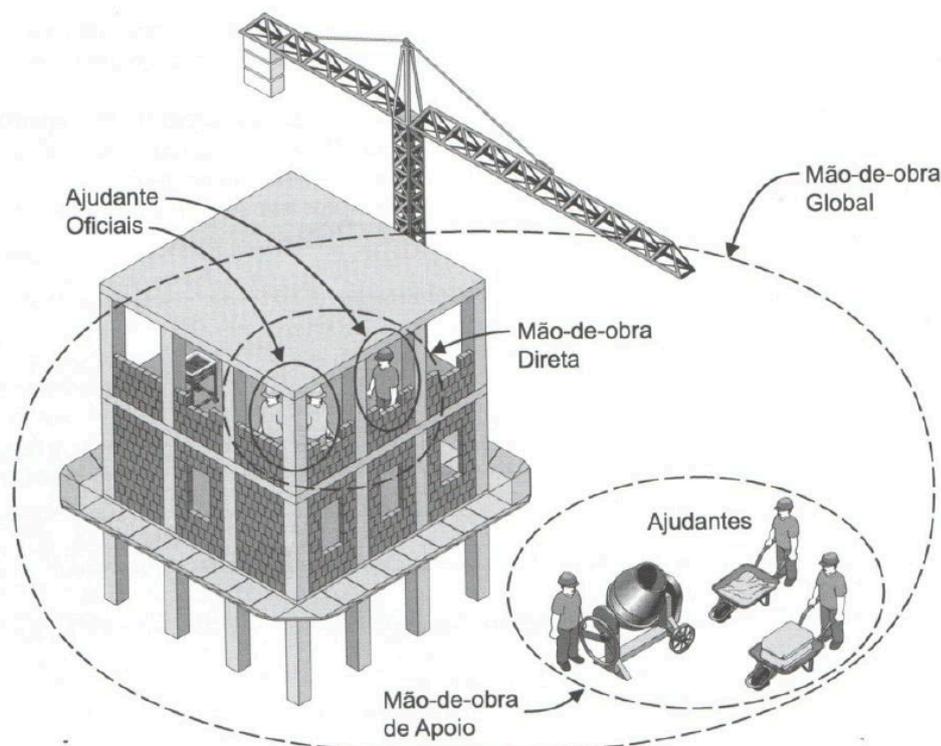
- RUP diária – calculada a partir dos valores de homem-hora e quantidade de serviço relativos ao dia de trabalho em análise;
- RUP cumulativa – calculada a partir dos valores de homem-hora e quantidade de serviços relativo ao período em análise, que vai do primeiro dia até o dia em questão;
- RUP potencial – produtividade representativa de um desempenho possível de ser repetido várias vezes na obra em que se está realizando o estudo e é calculada pela mediana dos valores da RUP diária que são menores ou iguais ao da RUP cumulativa;
- RUP cíclica – produtividade de períodos intermediários aos períodos citados.

Existem diferentes possibilidades em relação à caracterização da mão de obra que está envolvida na tarefa. Uma atividade muitas vezes envolve profissionais ligados diretamente na produção do serviço, outros profissionais que atuam como ajudantes e os auxiliam diretamente, e ainda, profissionais que atuam a uma certa distância, mas que dão apoio e também influenciam no processo.

Dessa maneira, é possível definir o tipo de mão de obra contemplada para cada situação:

- Oficiais: considera-se as pessoas diretamente envolvidas na execução do serviço;
- Mão de obra direta: acrescenta-se os ajudantes diretos ao grupo dos oficiais;
- Mão de obra global: são incluídas as pessoas que apoiam a mão de obra direta.

A Figura 3 permite a visualização das diferentes abrangências da mão de obra.



Fonte: Souza (2005).

A partir das diferentes abrangências é possível separar também os indicadores de produtividade. Tem-se então os seguintes indicadores:

- RUP oficiais: avalia-se a produtividade dos oficiais;
- RUP direta: avalia-se a produtividade da mão de obra direta;
- RUP global: avalia-se a produtividade da mão de obra global.

Os diferentes tipos de RUP permitem elaborar uma análise diferente para cada situação. Conforme Araújo (2000), enquanto a RUP diária identifica os efeitos sobre a produtividade dos fatores condicionantes presentes no dia de trabalho, a RUP cumulativa capta tendências de produtividade em longo prazo, sendo útil para se fazer previsões quanto ao consumo de mão de obra e duração dos serviços, entre outro.

Segundo Salvador (2012) a RUP diária é capaz de proporcionar um maior detalhamento das informações. Isso ocorre, pois é possível fazer uma síntese dia a dia do desempenho da mão de obra. Nessa situação identifica-se facilmente quando alguma anormalidade ocorre, como por exemplo a falta de material ou algum problema que possa influenciar drasticamente a produtividade. Por outro lado, na análise da RUP diária é mais difícil de identificar os problemas de gestão.

A RUP cumulativa por sua vez, relaciona os valores acumulativos de homem-hora e da quantidade de serviço em determinado período de tempo a ser estudado. A partir da análise dos resultados é possível identificar os problemas a longo prazo, ou as tendências do processo (SOUZA, 2001).

Para Carraro e Souza (1998), a RUP cumulativa, bem como o seu valor, é formada pela agregação das produtividades ocorridas tanto em dias bons, quanto em dias ruins. Pode-se dizer que qualquer valor superior ao da RUP cumulativa não representa um dia de boa produtividade. Por outro lado, os valores da RUP diária inferiores ao valor da RUP cumulativa, indicam dias de boa qualidade.

A RUP potencial é obtida matematicamente pela mediana dos valores da RUP diária que estão abaixo do valor da RUP cumulativa. A RUP potencial é considerada de ótimo desempenho e que pode ser atingida. Dessa forma, considera-se que ela é um valor ideal de produtividade que deve ser atingida.

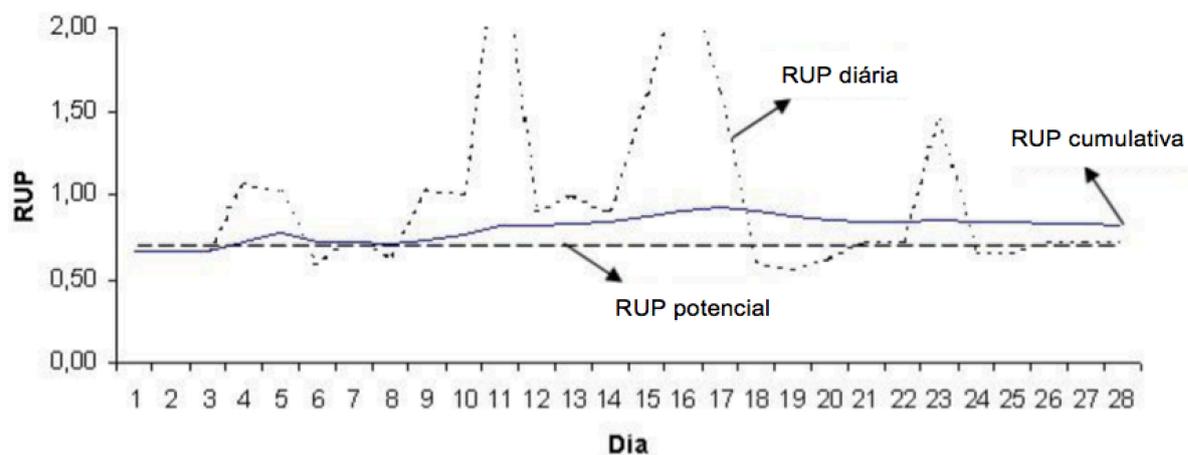
A Figura 4 apresenta um exemplo de cálculo das RUP diária (RUPd) e cumulativa (RUPcum), a cada dia, para um período de 10 dias de execução de um serviço de alvenaria. A Figura 5 apresenta uma visualização das diferentes RUP.

Figura 4 - Cálculo da RUP diária e cumulativa.

Dia	Quantidade Serviço	Hh	RUPd	Quantidade cum	Hh cum	RUPcum	RUPpot
	(m <sup>2</sup> )		(Hh/m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )		(Hh/m <sup>2</sup> )	(Hh/m <sup>2</sup> )
1	100	80	0,80	100	80	0,80	0,67
2	80	80	1,00	180	160	0,89	
3	120	80	0,67	300	240	0,80	
4	60	64	1,07	360	304	0,84	
5	70	72	1,03	430	376	0,87	
6	150	88	0,59	580	464	0,80	
7	120	88	0,73	700	552	0,79	
8	100	64	0,64	800	616	0,77	
9	70	72	1,03	870	688	0,79	
10	80	80	1,00	950	768	0,81	

Fonte: Souza (2001).

Figura 5 - Visualização das diferentes RUP's.



Fonte: Souza e Araújo (2001).

## 2.2 CONSUMO DE MATERIAIS

### 2.2.1 O consumo de materiais na construção civil

O consumo de materiais na construção é também assunto importante, em função da sua relevância na composição dos custos totais de uma obra e do ponto

de vista ambiental, já que, em função das dimensões da ICC, essa é uma expressiva consumidora de recursos naturais (SOUZA, 2001).

Segundo Souza (2005), a ICC consumia de 100 a 200 vezes mais material que a Indústria Automobilística. Atualmente não se tem um comparativo como esse, entretanto, acredita-se que esse valor continua parecido ao de 12 anos atrás. A cadeia produtiva da construção é responsável pelo consumo de 14% a 50% dos recursos naturais extraídos no planeta e no Japão responde por 50% dos materiais circulantes na economia e, nos Estados Unidos da América (EUA), relaciona-se a 75% dos materiais. (SOUZA e DEANA, 2007)

Atualmente a Indústria da Construção Civil brasileira tem destaque na economia nacional, pois ela representa 15% do PIB, e emprega diretamente 4 milhões de pessoas, e gera aproximadamente 3 empregos indiretos para cada direto. O consumo de material na ICC chega a valores aproximados de 1000 Kg por metro quadrado de construção. A ICC é uma grande geradora de resíduos, embora a construção informal seja a maior produtora de entulho, a busca de melhoria de uma empresa formal, além de ser importante quanto aos reflexos positivos para a própria empresa, pode incentivar o mercado informal a atuar de mesma maneira. As informações sobre o consumo ou perdas ou desperdício de materiais devem ser fundamentadas em procedimentos conhecidos, de levantamento e processamento de dados, para serem úteis para a tomada de decisões (SOUZA, 2005).

Acredita-se que como a produtividade, o estudo do consumo de materiais na construção civil também seja importante para a sobrevivência das empresas no mercado atual. A partir do momento em que se possui uma base de dados com a quantidade de material que a empresa utiliza para realizar determinadas atividades, a orçamentação da obra pode vir a se tornar mais confiável e simples de se desenvolver.

### **2.2.2 Consumo Unitário de Materiais (CUM)**

Situação semelhante ao que ocorre com a produtividade da mão-de-obra, como foi salientado anteriormente, o consumo de materiais pode variar significativamente. De acordo com Souza et al. (1999) os valores de consumo de cimento no revestimento de argamassa de fachada, variam de 3,4 a 13,9 kg/m<sup>2</sup>, o que significa uma diferença de 309% entre os dois extremos.

Os valores supracitados, mostram que o consumo desnecessário na construção civil continua sendo grande, dado que a quantidade de entulho gerado nos canteiros de obra continuam elevados e também a discrepância nos valores do consumo de material para uma mesma atividade é muito grande. Para Esteves (1997), o entulho tem causado grandes transtornos no meio urbano, alterando as características físicas e dinâmicas do mesmo, envolvendo as pessoas e o meio natural.

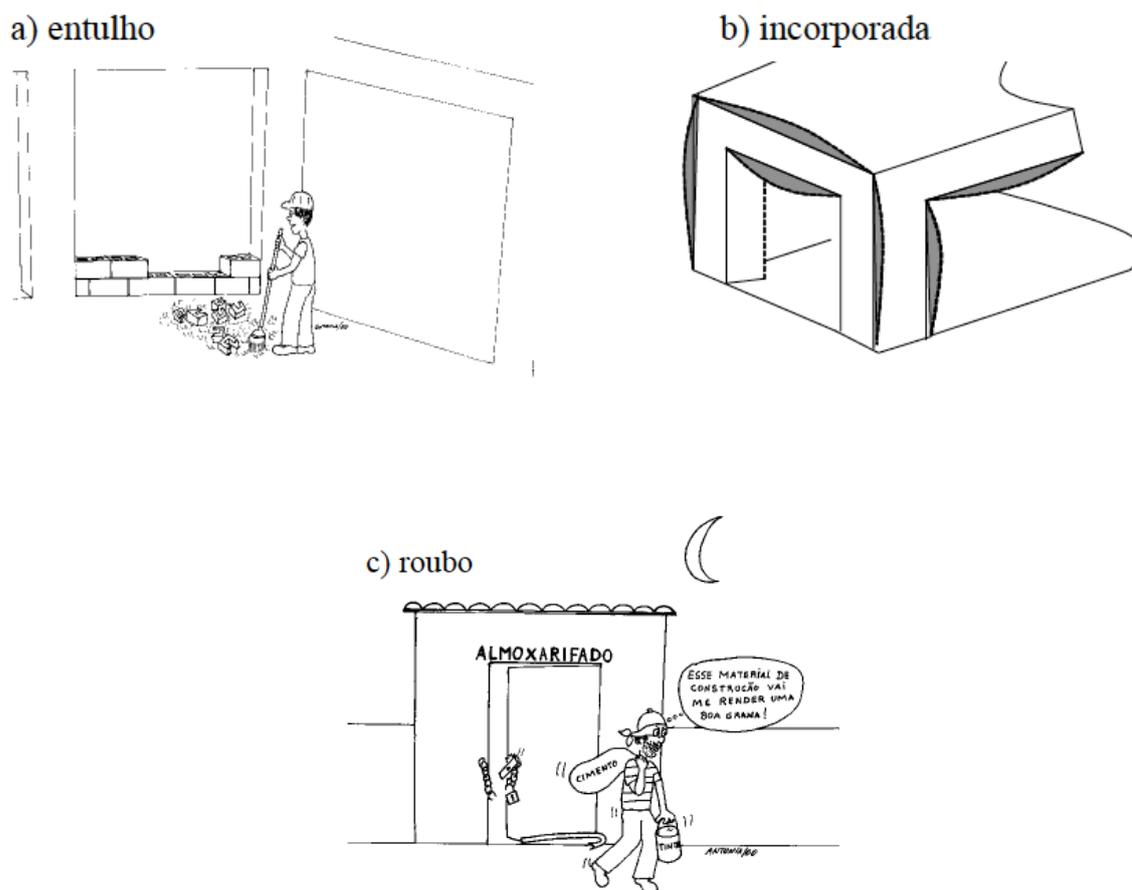
Por todos esses aspectos apresentados, torna-se essencial a elaboração de políticas voltadas para a redução das perdas de materiais, sejam elas no âmbito de toda a cadeia produtiva ou apenas no âmbito do canteiro de obras. E, como parte integrante de tais políticas, há a necessidade de uma metodologia de coleta e análise de informações sobre perdas/consumos de materiais que subsidie, através de dados confiáveis e representativos, a proposição de alternativas para a redução das mesmas a patamares aceitáveis (PALIARI e SOUZA, 1999).

Para Andrade (1999), ter um método de quantificação do consumo e das perdas possibilita às empresas avaliar maneiras para reduzir o seu índice de perdas, através do controle do consumo de materiais, deixando de considerar a perda como algo inerente à fase da obra. Desta forma, pode-se afirmar que é necessário o entendimento de perdas inerentes as atividades executadas, mesmo que elas não sejam objetivo de estudo do trabalho. Seu entendimento é essencial para analisar o consumo de materiais para todos os processos da construção.

Quanto à essência das perdas, Andrade (1999) comenta que as mesmas podem ser encontradas nas obras de três formas: pode estar aparente (entulho), pode estar incorporada ao produto final, ou pode ser devida a roubos na obra, como pode ser visualizado na Figura 6.

A perda de material se configura toda vez em que se utilize mais material do que a quantidade teoricamente necessária para se fazer um determinado serviço (SOUZA 2001).

Figura 6 - Natureza das perdas: a) entulho b) incorporada c) roubo.



Fonte: Souza (2001).

Para Souza (2005) o Consumo Unitário de Materiais (CUM), representada pela Equação 2, é a quantidade de material necessária para se produzir uma unidade de produto resultante do serviço em que esse material está sendo utilizado.

$$CUM = \frac{QM}{QS} \text{ (Eq. 2)}$$

Onde:

CUM = Consumo unitário de materiais;

QM = quantidades de materiais que adentram o processo em estudo;

QS = quantidade de serviço.

A agilidade em se coletar os dados, bem como fazer a análise dos mesmos, pode facilitar à empresa uma melhor intervenção para que as medidas corretivas

sejam tomadas o mais breve possível e o consumo excessivo de materiais diminua. Além disso, essas informações são importantes para a gerência, pois a partir delas, o cuidado com o consumo excessivo de materiais pode ser evitado em obras futuras, como também na obra que está sendo estudada.

## 2.3 REVESTIMENTO DE FACHADA EM ARGAMASSA

### 2.3.1 Características e funções do revestimento de argamassa

De acordo com Salvador (2012), o revestimento de argamassa é uma etapa da obra que requer atenção por parte dos gestores, uma vez que nela estão envolvidas grandes quantidades de recursos físicos (material, mão de obra e equipamentos), possui grande influência no cronograma da obra, além de ser o “cartão de visitas” da empresa construtora, por ser um elemento de fácil identificação, mesmo para os clientes que não adentram no canteiro, já que é possível fazer a visualização da parte externa do empreendimento.

A Associação Brasileira de Cimento Portland (2002) considera que as principais funções de um revestimento de argamassa são:

- Proteger a base, usualmente de alvenaria e a estrutura da ação direta dos agentes agressivos contribuindo para o isolamento termo acústico e a estanqueidade à água e aos gases;
- Permitir que o acabamento final resulte numa base regular, adequada ao recebimento de outros revestimentos, de acordo com o projeto arquitetônico, por meio da regularização dos elementos de vedação.

Sabbatini (1986) ainda considera que o revestimento de argamassa é capaz de: evitar a degradação precoce das vedações e da estrutura; reduzir os custos de manutenção dos edifícios; aumentar a segurança ao fogo; e de ter a capacidade de valorizar a construção. Cumprindo-se essas funções de forma satisfatória, atinge-se o desempenho necessário de um revestimento de argamassa.

A Associação Brasileira de Cimento Portland (2002) traz a ideia numérica da importância do revestimento como isolante, pois um revestimento de argamassa com espessura de 30 a 40% da espessura da parede, pode ser responsável por

50% do isolamento acústico, 30% do isolamento térmico e contribui em 100% pela estanqueidade de uma vedação de alvenaria comum.

Os dados acima citados, mencionam a magnitude da importância dos revestimentos de argamassa. De acordo com Medeiros e Sabbatini (1994), os revestimentos de argamassa, apesar de serem utilizados há muito tempo no Brasil, não possuem uma tecnologia de produção muito bem definida que privilegie seu desempenho ao longo do tempo e, possivelmente por isto, em qualquer parte do Brasil, podem ser encontrados revestimentos com fissuras, destacamentos e problemas de umidade, o que compromete seriamente o desempenho das vedações. A falta de projetos, a falta de estrutura de suporte, deficiência na utilização ou a manutenção preventiva do revestimento são algumas das origens para esses problemas.

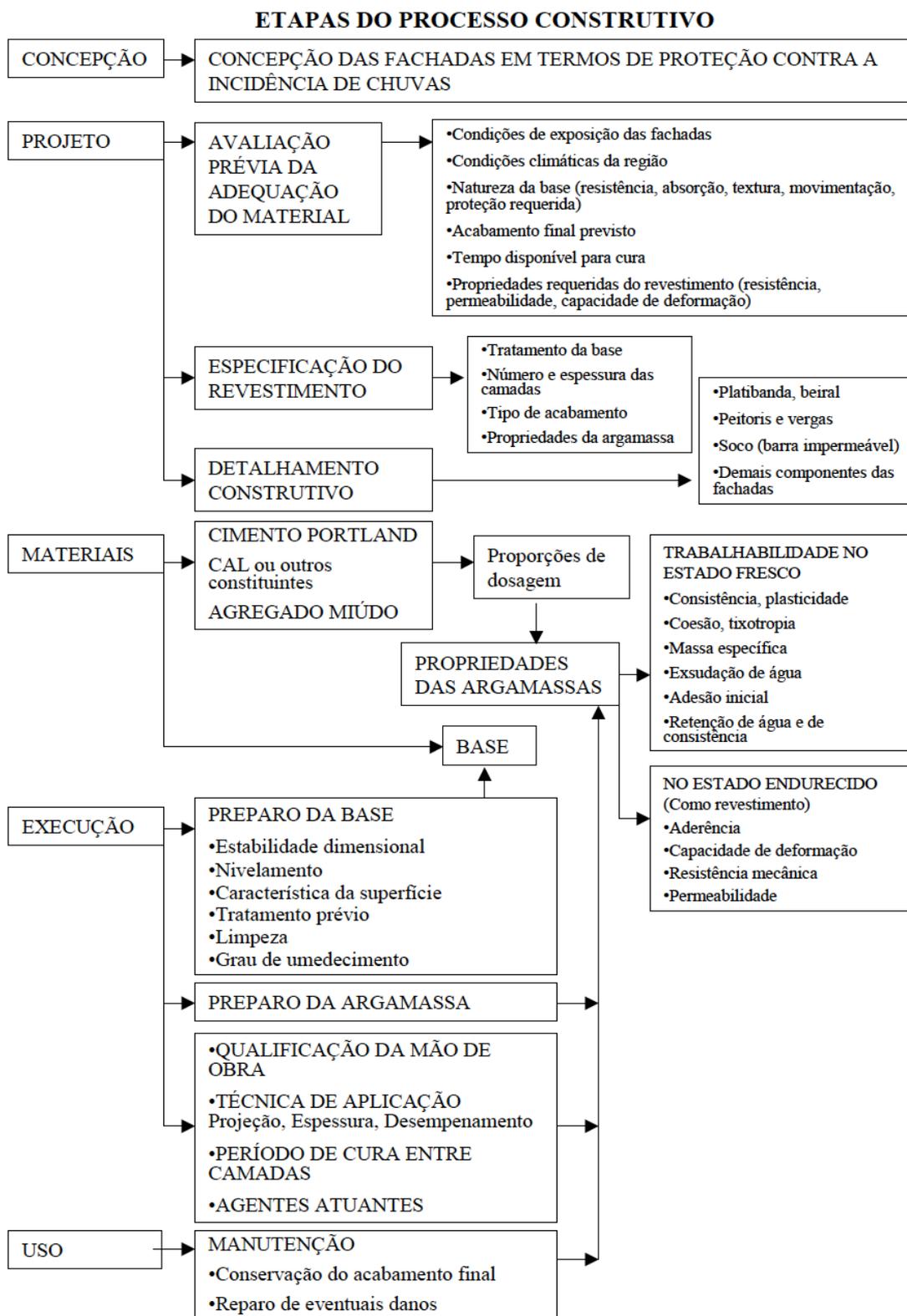
Kiss (2003) alerta que cada vez mais vem aparecendo problemas nos revestimentos de fachada, e que muitas das paredes ou fachadas ainda não terminaram o prazo de garantia e já apresentam manifestações patológicas.

Segundo Sabbatini e Baía (2000), além da considerável incidência de falhas e problemas patológicos, os revestimentos em argamassa ainda são caracterizados por desperdícios de materiais, mão de obra, tempo e elevados custos de produção. Problemas esses que são agravados nos revestimentos de fachada, pois geralmente as condições de trabalho são as mais críticas, sob céu aberto e com mínimas condições de segurança.

A falta de uma estrutura e uma alvenaria no prumo, problemas infelizmente encontrados em um canteiro de obras, podem comprometer o desempenho e as funções do revestimento, pois ao se deixar a qualidade de lado na hora da execução dessas atividades, faz com que seja necessário ajustar o prumo e disfarçar as imperfeições no revestimento de argamassa.

Selmo (1989) desenvolveu um sistema do processo construtivo, onde são mostrados os condicionantes do desempenho das argamassas de revestimento. A Figura 7 traz todas as etapas deste sistema, que sugere a maneira correta que as empresas deveriam seguir para alcançar resultados melhores no processo de revestimento como um todo.

Figura 7 - Fatores condicionantes do desempenho das argamassas de revestimento.



Fonte: Selmo (1989).

Em seu esquema, Selmo (1989), sugere às empresas, que comecem a planejar o revestimento desde sua concepção, que se faça uma análise crítica na

fase de projeto, para que aí então se faça um estudo sobre os materiais mais adequados para a execução daquele determinado serviço. A partir do momento em que se tem todo o estudo e planejamento para a execução do revestimento, pode-se iniciar as atividades.

Costa (2005) afirma que para cumprir suas funções, os revestimentos de argamassa devem possuir algumas propriedades das argamassas para revestimento que dependem das características dos materiais constituintes, da proporção entre os mesmos e do processo de mistura e execução do revestimento, assim como também podem interferir a natureza da base e as condições do meio ambiente.

### **2.3.2 Propriedades do revestimento**

O revestimento somente cumprirá suas funções consideradas anteriormente quando a argamassa possuir em seu estado fresco e endurecido um conjunto adequado de propriedades.

Saretok (1977), apresentando o estágio de estudos do Comitê 13-MR da RILEM (Technical Committee on Mortars and Renderings), apresenta uma lista de propriedades a serem exigidas como requisitos de desempenho das argamassas de revestimento e pode ser vista no Quadro 1.

Quadro 1 - Lista das propriedades indicadas pelo Comitê 13-MR da RILEM, como requisitos de desempenho.

<b>Propriedades no Estado Fresco</b>	<b>Propriedades no Estado Endurecido</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabalhabilidade</li> <li>- Consistência</li> <li>- Coesão</li> <li>- Tixotropia</li> <li>- Exsudação da água</li> <li>- Retenção de água</li> <li>- Endurecimento</li> <li>- Retenção de endurecimento</li> <li>- Adesão inicial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Textura e cor</li> <li>- Fissuração</li> <li>- Aderência (tração e cisalhamento)</li> <li>- Resistência superficial</li> <li>- Retração de secagem, movimentos térmicos e higroscópicos</li> <li>- Teor de umidade de equilíbrio e teor máximo de umidade</li> <li>- Absorção de água</li> <li>- Permeabilidade à umidade</li> <li>- Resistência ao congelamento</li> <li>- Estabilidade</li> <li>- Condutibilidade térmica</li> <li>- Resistência ao fogo</li> </ul>

Fonte: Saretok (1977).

A Associação Brasileira de Cimento Portland (2002), considera que as principais propriedades que o revestimento de argamassa deve apresentar para que possa cumprir adequadamente suas funções, são:

- Capacidade de aderência: propriedade de resistir às tensões normais e tangenciais atuantes na interface com a base;
- Resistência mecânica: capacidade de suportar esforços que resultam em tensões internas de tração, compressão e cisalhamento;
- Capacidade de absorver deformações: propriedade de absorver as deformações intrínsecas (do próprio revestimento) ou extrínsecas (da base) sem sofrer ruptura;
- Estanqueidade: oferecer a devida proteção à base contra as intempéries;
- Propriedades da superfície: a camada superficial é importante por estar relacionada com a função estética, com o sistema de pintura ou outro revestimento decorativo, além de serem importantes para a estanqueidade, resistência mecânica e para a durabilidade do revestimento;

- Durabilidade: capacidade de manter o desempenho de suas funções ao longo do tempo.

Uma outra propriedade de extrema importância é a retenção de água citada por Salvador (2012), onde a capacidade de reter água de amassamento contra a sucção da base ou contra evaporação, permitem que as reações de endurecimento da argamassa se tornem mais gradativas, promovendo a adequada hidratação do cimento e conseqüente ganho de resistência. Além disso, quando não acontece a correta retenção de água, ou seja, tem-se a perda de água rapidamente, há um comprometimento na aderência, na capacidade de absorver deformações, na resistência mecânica, e com isso, a durabilidade e a estanqueidade do revestimento e da vedação ficam comprometidas.

De acordo com Leggerini (2011) é possível avaliar as propriedades da argamassa no estado fresco com testes muito simples, pois ela deve:

- Deixar a colher de pedreiro penetrar facilmente sem ser fluida;
- Manter-se coesa no transporte;
- Não aderir à colher quando lançada;
- Distribuir-se facilmente e preencher todas as reentrâncias da base;
- Não endurecer rapidamente.

Ainda de acordo com Leggerini (2011), a presença de cal e/ou incorporadores de ar podem melhorar essas propriedades até certo ponto.

De acordo com Sabbatini (2000 *apud* Salvador, 2012), as origens para a ocorrência dos problemas inerentes ao serviço de revestimento de argamassa de fachada podem estar associadas às fases de projeto, execução e utilização desse revestimento ao longo do tempo. Com relação à fase de projeto, os problemas patológicos podem ocorrer pelo detalhamento insuficiente ou deficiente dos elementos construtivos do revestimento, pela seleção inadequada dos materiais ou das técnicas construtivas, visando apenas diminuir os custos e tempo, não levando em consideração o desempenho do revestimento. Durante a fase de execução, esses problemas podem ocorrer em razão da não conformidade entre o que foi projetado e o executado, das alterações inadequadas das especificações de projeto, da má qualidade dos materiais empregados, das técnicas inadequadas de produção e controle da argamassa e do revestimento, e da mão de obra inadequada. Com relação à fase de utilização, os problemas patológicos podem ser devidos à

remodelação e alteração mal estudadas, à degradação dos materiais por má utilização dos usuários, ausência ou insuficiência de manutenção. Todos esses fatores influenciam o desempenho do revestimento de argamassa ao longo da vida útil esperada. Portanto, é necessário considerar a definição da argamassa, das espessuras das camadas do revestimento, os detalhes construtivos, os procedimentos de execução e controle do revestimento e a manutenção adequada para minimizar a ocorrência dos problemas patológicos nos revestimentos de argamassa.

### **2.3.3 Composição do sistema de revestimento**

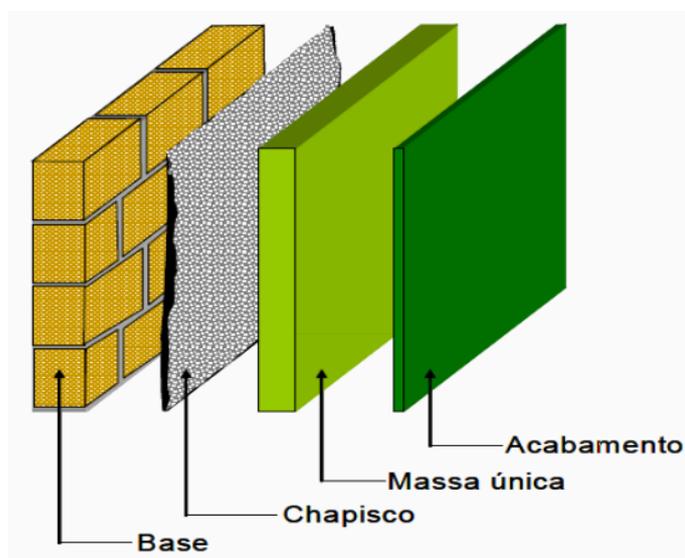
Segundo a NBR 13749 (ABNT, 1996), os revestimentos de paredes podem ser constituídos por chapisco e emboço, como revestimento de camada única, ou por chapisco, emboço e reboco, como revestimento de camada dupla. No caso da camada dupla, o emboço funciona como camada de regularização da base e o reboco como camada de acabamento. Nos revestimentos constituídos por camada única, a mesma cumpre as funções de regularização da base e de acabamento (COSTA, 2005). As Figuras 8 e 9 mostram a diferença do revestimento de camada única e de camada dupla.

De acordo com Freitas (2013), as partes que compõe um revestimento de argamassa podem ser definidas da seguinte maneira:

- Chapisco: trata-se da ponte de aderência entre o substrato e a argamassa, e tem a função de criar uma camada porosa e rugosa de forma que o emboço fixe totalmente evitando o cisalhamento.
- Emboço: aplicado sobre o chapisco, atua como base para aplicação do reboco, devendo promover boa aderência entre as camadas. Suas funções são a vedação e regularização da superfície, assim como a proteção da edificação;
- Reboco: tem a função de formar uma superfície impermeabilizante e lisa, preparando-a para o recebimento do revestimento. Ele confere o conforto termo acústico e, para que exerça sua função adequadamente, deve obedecer a técnicas especializadas.

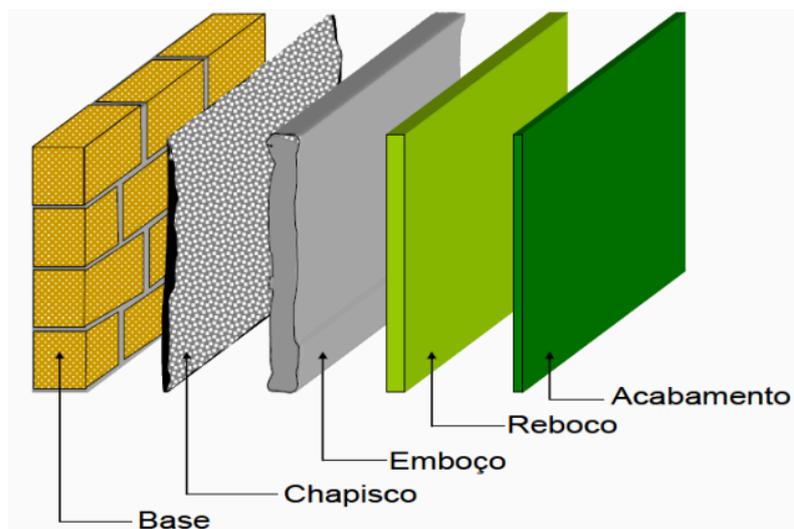
- Massa única: conhecida também como emboço paulista, trata-se de uma camada de argamassa única aplicada sobre o chapisco, cumprindo as funções de emboço e reboco.
- Acabamento: a fim de valorizar o aspecto visual e agregar valor à construção, o acabamento está cada dia mais moderno, com a adequação de diversos tipos de revestimentos como: a argamassa, o cerâmico, a texturização, as pedras ornamentais, entre outros.

Figura 8 - Revestimento de camada única.



Fonte: Freitas (2013).

Figura 9 - Revestimento de camada dupla.



Fonte: Freitas (2013).

Para a obtenção de revestimentos com bom desempenho, as espessuras das camadas de revestimento externo recomendadas pela NBR 13749 (ABNT, 1996) estão na faixa entre 20 e 30 mm. A Norma, entretanto, não especifica valores diferentes para locais de maior exposição ou para revestimentos produzidos com argamassas de diferentes tipos.

A norma NBR 7200 (ABNT, 1998) ressalta que, para que a argamassa possa ser aplicada em espessura uniforme, a base a ser revestida deve ser regular, devendo ser eliminadas as irregularidades superficiais. A correção de falhas com mais de 50 mm deve ser feita com enchimento de argamassa realizado em pelo menos duas etapas, sendo que a primeira deve secar por um período não inferior a 24 horas e ser levemente umedecida antes da aplicação da segunda camada

Quando as espessuras excederem ao que é recomendado em norma, não se está apenas diminuindo o desempenho e a função do revestimento, se está desperdiçando uma grande quantidade de material e mão de obra, gerando um alto custo a se pagar pela não qualidade das atividades executadas anteriormente e que influenciam no revestimento.

#### **2.3.4 Projeto de fachadas**

O projeto de revestimentos deve especificar os materiais e as técnicas a serem utilizadas e conceber os detalhes construtivos capazes de conferir ao revestimento as características e as propriedades necessárias ao bom desempenho da edificação. Os prazos e custos previstos no planejamento da obra, para a execução do serviço e inclusive os custos de manutenção devem ser objeto de atenção também na fase de projeto (Associação Brasileira de Cimento Portland, 2002).

Com a elaboração de um projeto de fachadas busca-se um melhor desempenho do revestimento como um todo, aumentando-se a qualidade e a produtividade, a redução dos custos, perdas, desperdícios e possíveis falhas.

De acordo com Selmo (1989) em seu sistema do processo construtivo, representado na Figura 7, para as etapas de processo de fachada, existe a necessidade de se fazer uma avaliação prévia da adequação do material, ou seja, avaliar as condições climáticas e de exposição do local, avaliar a natureza da base, o acabamento final previsto, bem como as propriedades requeridas para o

revestimento. Além disso, faz-se necessária uma especificação do revestimento, onde serão apresentadas as formas de tratamento de base, número e espessura das camadas e as propriedades necessárias da argamassa. Por fim, há ainda a necessidade de se fazer um detalhamento construtivo, onde serão analisados os componentes das fachadas para a sua melhor execução.

A partir de todo o levantamento, analisando cada relação entre todos os aspectos, é possível elaborar um projeto que de maneira resumida apresentará: as especificações técnicas construtivas; especificações dos materiais a serem utilizados; definição das camadas; e por fim o detalhamento construtivo.

### **2.3.5 Técnica executiva do revestimento**

A execução do revestimento de fachada de argamassa deve seguir determinadas etapas de execução, respeitando os intervalos mínimos estabelecidos pela NBR 7200 (ABNT, 1998), representado na Tabela 1.

Tabela 1 - Intervalos mínimos de execução de revestimentos de fachada.

<b>Base</b>	<b>Idade mínima recomendada (dias)</b>
Estruturas de concreto e alvenarias armadas estruturais	28
Alvenarias não armadas estruturais e alvenarias sem função estrutural de tijolas, blocos cerâmicos, blocos de concreto e concreto celular	14
Chapisco para aplicação do emboço ou camada única	3
Emboço de argamassas de cal, para início dos serviços de reboco.	21
Emboço de argamassas mistas ou hidráulicas, para início dos serviços de reboco.	7
Revestimento de reboco ou camada única, para execução de acabamento decorativo.	21

Fonte: ABNT (1998).

A norma técnica NBR 7200 que aborda a execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimentos (ABNT, 1998), apresenta as etapas gerais da execução do revestimento de argamassa. As atividades consideradas são: a preparação da base; a definição do plano de revestimento; a aplicação da argamassa; o acabamento das camadas; e a execução dos detalhes construtivos.

Conforme Sabbatini e Baía (2000), o preparo da base envolve um conjunto de atividades que buscam adequar a base ao recebimento da argamassa. A preparação envolve a remoção de sujeiras, a retirada de irregularidades metálicas e o preenchimento de furos provenientes de rasgos, depressões localizadas, quebra parcial de blocos e falhas de concretagem. Outro fator importante é a verificação do posicionamento de tubulações e elementos das instalações embutidas, como também a presença de infiltração e umidade nos planos a serem revestidos.

A limpeza da base envolve a remoção de sujeiras, materiais pulverulentos, graxas, óleos, desmoldantes, fungos e eflorescências. Além disso, são retirados os pregos, fios, arames, e pontas de ferro que ainda ficaram na estrutura onde será executada a atividade.

Após a limpeza, é realizado o chapiscamento. A argamassa de chapisco deve ser aplicada com uma consistência fluida, assegurando maior facilidade de penetração da pasta de cimento na base a ser revestida e melhorando a aderência na interface revestimento-base (ABNT, 1998).

A definição do plano de revestimento, de acordo com Maciel, Barros e Sabbatini (1998), é obtida através da locação dos arames de fachada. Elas são seguidas através do mapeamento da fachada, que envolve a medição das distâncias entre os arames e a superfície da fachada em pontos específicos, nas vigas, na alvenaria e a meia distância entre as vigas. A partir desse mapeamento, é feita a definição da espessura do revestimento de fachada, tornando-se possível executar o taliscamento.

O taliscamento é a etapa seguinte à definição da espessura do revestimento pela locação dos arames, e consiste em fixar "cacos" cerâmicos ou tacos de madeira, em pontos específicos, no comprimento da régua, após o mapeamento da fachada. Recomenda-se que o taliscamento seja feito previamente na superfície a ser revestida, para que a argamassa possa estar endurecida, mantendo as taliscas firmes para apoiarem a régua e servirem de referência para executar as mestras.

Quando a preparação da base e o taliscamento estiverem todos prontos, respeitando os intervalos mínimos para a execução de cada atividade, é possível iniciar a aplicação da argamassa.

Para Baía e Sabbatini (2000), a aplicação da argamassa sobre a superfície deve ser feita por projeção enérgica do material sobre a base, seja ela de forma manual ou mecânica, para aderir melhor a base. Depois de concluída a aplicação desta, é necessária que se faça uma compressão com a colher de pedreiro a fim de que se possa eliminar os espaços vazios existentes e alisar a superfície.

Para Costa (2005) a qualidade do revestimento a partir da aplicação manual das argamassas de revestimento recebe grande influência da habilidade do operário, estando suscetível a falhas pela não uniformidade da energia de aplicação empregada, podendo não aderir adequadamente à base. Essa habilidade na aplicação varia de operário para operário, como também varia da disposição física de um mesmo operário.

Concluindo-se a aplicação da argamassa sobre a superfície, se inicia o processo de sarrafeamento. Essa atividade consiste no aplainamento da superfície revestida com a régua de alumínio apoiada nos referenciais de espessura com uma

sequência de baixo para cima. Para executar essa atividade deve-se esperar o ponto de sarrafeamento, momento adequado para executar essa atividade. Após essa etapa, as taliscas devem ser retiradas e os buracos deixados por elas devem ser preenchidos (SABBATINI e BAÍA, 2000).

Após o sarrafeamento é feito o desempenho e o camurçamento. Essa atividade consiste na movimentação circular de uma desempenadeira, a fim de se deixar uma textura lisa e regular para a superfície.

A execução dos detalhes construtivos, como a execução de quinas e cantos, juntas de dilatação, e demais detalhes da superfície são executados logo após o fim do desempenho e camurçamento.

### 3 MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa deste trabalho está baseado no diagnóstico dos indicadores de produtividade da mão de obra e do consumo unitário de materiais na execução do revestimento de fachada, elaborado a partir de um estudo de caso em um canteiro de obras na cidade de Balneário Camboriú - SC.

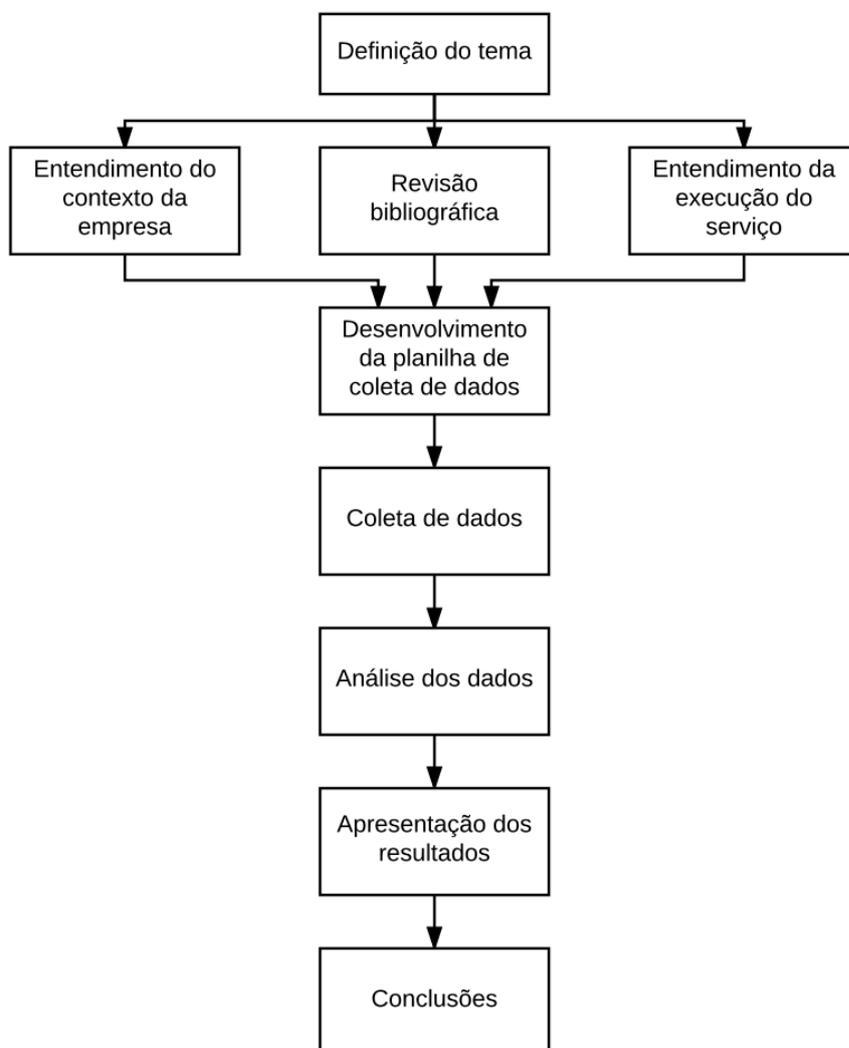
Yin (2001) afirma que o estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno em profundidade e na vida real. Desta forma é possível buscar respostas e trazer clarezas para assuntos que ainda trazem dúvidas.

Com os dados coletados *in loco* foi possível comparar com os indicadores oriundos da Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO) (PINI, 2010) e também de outros estudos sobre o tema, o que permitiu a partir deste estudo obter diversas conclusões sobre a atividade e que serão apresentadas nos capítulos 4 e 5.

Para se tirar conclusões pertinentes, a coleta de dados passa a ser um instrumento que requer atenção e deve ser feita de uma maneira em que se possa comparar com demais trabalhos semelhantes. A elaboração do método de coleta e do processamento dos dados são abordados neste capítulo.

Para alcançar os objetivos propostos deste trabalho, o estudo foi realizado conforme o esquema apresentado na Figura 10:

Figura 10 - Esquema das atividades realizadas neste trabalho.



Fonte: Autor.

- Definição do tema;
- Revisão bibliográfica: estudo sobre o tema de produtividade da mão de obra; consumo de materiais; e revestimento de fachada em argamassa em trabalhos nacionais;
- Entendimento do contexto da empresa e da obra: buscou-se conhecer de maneira mais detalhada as características da empresa e da obra. Foi realizada uma abordagem mais específica sobre as condições de trabalho, materiais utilizados, treinamento da mão de obra, transporte, controle de qualidade, entre outros;

- d) Entendimento da execução do serviço de revestimento de fachada em argamassa feito na obra.
- e) Plano de coleta de dados: desenvolvimento de uma tabela para coletar os dados de produtividade da mão de obra e do consumo de materiais.
- f) Coleta de dados: coletas diárias e detalhadas sobre a atividade de revestimento de fachada em argamassa no canteiro de obras.
- g) Análise da coleta de dados: comparação entre os indicadores encontrados no estudo de caso com os da literatura e de manuais de orçamentação.
- h) Apresentação dos resultados: após a análise dos dados coletados, apresentou-se os resultados obtidos. Os resultados serão apresentados em forma de tabela, trazendo as RUPs encontradas para a equipe de oficiais e o consumo unitário de materiais (CUM) para cada atividade junto com as discussões dos resultados.
- i) Conclusões e proposição de diretrizes para o melhoramento da atividade: após a análise dos dados e do acompanhamento das atividades, foi possível tirar conclusões sobre o estudo, apresentar os fatores influenciadores, como também propor maneiras de melhorar a execução da atividade de revestimento de fachada em argamassa.

### 3.1 AMBIENTE DE PESQUISA

O estudo de caso foi realizado na cidade de Balneário Camboriú, no canteiro de obras de uma empresa que constrói edifícios residenciais de alto padrão. Por motivos de sigilo e respeito à empresa, essa será chamada de Empresa A.

A cidade de Balneário Camboriú é hoje referência nacional no mercado da construção civil. O reconhecimento é causado pela grande quantidade de empreendimentos em construção, com os mais variados padrões. Além disso, a cidade conta atualmente com a construção de 5 edifícios com mais de 60 andares, um marco na construção civil brasileira.

A Empresa A é referência na construção de edifícios residenciais de padrão elevado na cidade. Para monitorar e controlar as atividades, a empresa desenvolveu um sistema de controle interno de qualidade, onde todas as atividades são monitoradas diariamente e descritas em um relatório diário explicando quais foram

as atividades executadas, com seus devidos executores. Além disso, é feito um controle de duração de cada atividade, visando facilitar o planejamento de obras futuras. Entretanto, a empresa não participa de nenhum outro programa de qualidade como PBQP-H ou busca da certificação ISO 9001.

O canteiro de obras onde foi conduzido o estudo de caso é constituído por uma torre de 33 pavimentos, composta por: lojas comerciais no térreo, 5 andares de garagem, andar de lazer e convivência, 25 andares de pavimento tipo, cobertura, casa de máquinas, barrilete e caixa d'água. A estrutura é toda feita em concreto armado com vedação de alvenaria de blocos cerâmicos.

A estrutura foi executada por uma empreiteira terceirizada, mas os demais serviços são executados com mão de obra própria.

### 3.2 DESCRIÇÃO DA FORMA DE LEVANTAMENTO DOS DADOS

O serviço estudado e analisado é o de revestimento de fachada em argamassa, onde foram abordados os temas de produtividade da mão de obra e o de consumo de materiais.

Neste trabalho, foram avaliados apenas a produtividade e o consumo de materiais para executar o emboço, uma vez que não seria executado o reboco neste edifício, já que o prédio seria pastilhado posteriormente. O chapisco, o taqueamento e a colocação de telas (em partes da parede em que o emboço ficou mais grosso, e a empresa por sua vez considera necessária a colocação), foi feito por outra equipe ou em horários onde o emboço não estava sendo executado e por esse motivo não foi considerado na análise. Além disso, não foi considerado o tempo despendido nem a quantidade de material utilizada para requadro de janelas nas análises da RUP e do CUM. Entretanto, foi feita uma análise separada do valor médio de homens-hora por metro linear de requadro de janelas, com o objetivo de encontrar um valor médio de produtividade da mão de obra, para facilitar o planejamento da empresa e possibilitar a comparação com outros resultados, uma vez que essa atividade era feita posteriormente à execução do emboço.

Essa análise foi feita separadamente, pois a equipe executava o emboço em toda a fachada e somente após terminar a execução do mesmo, dava-se início ao requadro das janelas.

Para a análise da produtividade dos oficiais na execução dos requadros das janelas, encontrou-se a produtividade média dos requadros de 3 diferentes fachadas. A análise foi feita a partir da quantidade total linear de requadros executados pelo tempo total gasto para a sua execução. Encontrando-se o valor da produtividade dos requadros em Hh/m linear de requadro, calculou-se a representatividade desta quantidade linear de requadros sobre a área rebocada nas 3 fachadas analisadas, ou seja, em um caso hipotético de produtividade de 0,10 Hh/m de requadro em uma fachada de 10 metros quadrados que tem 2 metros de requadro, a mão de obra adicional a produtividade do emboço será de 0,2 Hh para executar esses 2 metros de requadro nestes 10 m<sup>2</sup>. Portanto, a produtividade final a ser incluída na análise do emboço, a fim de comparação com os manuais orçamentários e para o melhor planejamento e orçamentação da empresa seria de 0,02 Hh/m<sup>2</sup>, pois divide-se a quantidade de 0,2 Hh para os 10 m<sup>2</sup>. O que foi feito nesse caso foi encontrar a quantidade de homem-hora média por metro quadrado de emboço produzido para poder ser adicionado ao valor final da RUP.

Em fachadas onde a camada de revestimento teve espessura maior do que 5 centímetros, foi executada uma primeira camada de emboço, e após 24 horas da sua execução, a equipe era liberada para executar a segunda camada de emboço, ou seja, a camada final do revestimento. A colocação da tela era feita entre a primeira e segunda camada do emboço, mas somente quando o revestimento era muito grosso. As etapas de execução serão abordadas com mais detalhes no item 3.7.

A mão de obra que executa a atividade é toda própria da Empresa A.

O revestimento externo é executado com um traço desenvolvido pela própria empresa e a argamassa utilizada é toda produzida na obra.

A partir da Figura 11 é possível observar a fachada do edifício onde já foi executado o revestimento externo, entre os andares 9 e 19.

Figura 11 - Fachada frontal do edifício em estudo.



Fonte: Autor.

### 3.3 DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE COLETA DE DADOS

A confiabilidade dos resultados depende de um bom planejamento de coleta de dados e sua correta implementação depende da elaboração de instrumentos de coleta com capacidade de identificar os potenciais fatores influenciadores (PALIARI, 2008).

A coleta de dados para a realização deste estudo compreendeu diversas atividades que estão descritas a seguir.

#### 3.3.1 Instrumento de coleta de dados

A coleta de dados deu-se por meio de uma planilha desenvolvida pelo próprio autor, baseada em outros trabalhos semelhantes, com o auxílio do software Microsoft Excel. Além disso, foi utilizado o software Autodesk AutoCAD, de maneira

complementar, para a conferência das áreas e medidas da atividade que foi executada.

A planilha foi desenvolvida para coletar diversos dados da atividade, onde se pudesse extrair informações importantes para o entendimento da produtividade da mão de obra para o serviço de revestimento de fachada em argamassa, como também a quantidade de material utilizada para o mesmo.

Nesta planilha, apresentada abaixo no Quadro 2, é possível observar que são coletadas *in loco* as seguintes informações: data da atividade, período (manhã ou tarde), local da atividade, equipe envolvida, atividade, hora de início, hora do término, tempo total, andares executados, área líquida executada, quantidade de cimento utilizada, razão unitária de produtividade, consumo unitário de materiais e as observações finais, responsáveis por trazer informações complementares, como por exemplo, o motivo de um baixo rendimento em determinado período.

Quadro 2 - Controle da produtividade da mão de obra e do consumo de materiais para o revestimento de fachada.

CONTROLE DO REVESTIMENTO DE FACHADA													
Data	Período	Local	Equipe	Atividade	Hora início	Hora fim	Tempo total	Andares	Área (m <sup>2</sup> )	Sacos de cimento (50kg)	RUP (HH/m <sup>2</sup> )	CUM (Kg/m <sup>2</sup> )	Observações

Fonte: Autor.

A partir desses dados, foi possível calcular a razão unitária de produção (RUP), onde foi avaliada a equipe de oficiais e o tempo despendido para executar aquela quantidade de serviço em horas, pela área líquida executada em metros quadrados, fornecendo a RUP em homem-hora por metro quadrado. Também foi possível encontrar o consumo unitário de materiais (CUM), onde a razão entre a quantidade de cimento utilizada para o serviço em quilogramas e a área revestida em metros quadrados, fornece o consumo unitário do material em quilograma por metro quadrado.

O cálculo da RUP foi feito como descrito por Souza (2001) e apresentado no item 2.1.3 deste trabalho. Para o cálculo do CUM, seguiu-se o método apresentado por Souza (2005) e que é apresentado neste trabalho no item 2.2.2.

Ainda foi feito um mapeamento das espessuras do revestimento ao longo das fachadas para se tentar analisar melhor os resultados obtidos da produtividade e de

consumo de materiais. Inicialmente, tinha-se a intenção de analisar as possíveis perdas inerentes ao processo, entretanto, devido à grande variação das espessuras não foi possível fazer uma avaliação precisa e por isso não será abordada neste trabalho, como já destacado na seção 1.3.

### **3.3.2 Coleta de dados da mão de obra**

A coleta de dados da mão de obra foi conduzida pelo autor, com o auxílio da equipe envolvida na atividade de execução do revestimento de fachada em argamassa. A coleta foi feita diariamente, em conjunto com a equipe, onde eles forneciam os horários de início e término das atividades, além de uma descrição de quais atividades foram desenvolvidas naquele período. Além disso, o autor teve a oportunidade de acompanhar diariamente as atividades que estavam sendo desenvolvidas no canteiro de obras, o que traz confiabilidade aos dados adquiridos.

### **3.3.3 Coleta de dados do consumo de materiais**

A coleta de dados do consumo de materiais foi conduzida pelo autor, com o auxílio do responsável por produzir as argamassas utilizadas para a atividade de revestimento externo. O responsável pela produção das argamassas anotava a quantidade de sacos de cimento utilizados, como também a quantidade de betonadas, relacionando a capacidade destas, que eram enviadas para a equipe que estava executando a atividade. A quantidade de material enviada para a equipe foi calculada a partir do traço desenvolvido pela empresa.

## **3.4 MATERIAIS UTILIZADOS**

O traço utilizado para a argamassa tem proporção em volume de 1,5:5, ou seja, 1,5 sacos de cimento de 50 quilogramas para 5 carrinhos de massa de areia fina misturada com cal, sendo que o volume do carrinho era igual ao de 1 saco de cimento de 50kg. A mistura de areia fina com cal era adquirida de uma outra empresa, onde apenas se adicionavam a quantidade de cimento e água para produzir as argamassas para o revestimento externo. O cimento utilizado é o CII-Z-32 da Votoran e a quantidade de água é definida pelo próprio operador da betoneira. Para a produção do chapisco, o traço utilizado era 1:1:4, onde são misturados 1

saco de cimento de 50 kg, 1 saco de argamassa colante II de 20 kg, e 4 carrinhos de areia média. A quantidade de água necessária também é definida pelo operador da betoneira. O carrinho é o mesmo do traço da argamassa citado anteriormente, com volume igual ao de 1 saco de cimento de 50 kg.

### 3.5 FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS

As ferramentas utilizadas para a execução do serviço foram: colher de pedreiro, linha de prumo, giricas, pás, régua de alumínio, broxa, desempenadeira e o frisador pra executar a junta de dilatação.

Os equipamentos utilizados para produzir a argamassa foram: uma betoneira de 450 litros e um carrinho de mão que tem um volume igual ao de um saco de cimento. As argamassas prontas eram colocadas em giricas e transportadas até o elevador cremalheira, que transportava a argamassa do pavimento térreo de onde eram produzidas, até o pavimento onde seriam utilizadas.

Para a execução da atividade, 2 pedreiros ficavam em cima do balancim executando o revestimento, utilizando o cinto de segurança amarrado a linha de vida, e os 2 ajudantes ficavam na parte interna do edifício passando o material para dentro do balancim.

### 3.6 ETAPAS DA EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO DE FACHADA EM ARGAMASSA

As técnicas e etapas de execução do revestimento de fachada em argamassa foram previamente apresentadas no item 2.3.5. A empresa tem como padrão a sequência das seguintes etapas: preparação da base; definição do plano de revestimento; aplicação da argamassa; acabamento das camadas e por fim a execução dos detalhes.

#### a) Preparação da base:

A preparação da base aconteceu da mesma maneira que foi apresentado na revisão bibliográfica, onde primeiramente se fazia o preenchimento dos buracos ou rasgos na parede. Em seguida, a estrutura passava por uma rápida lixação para tirar um possível resquício de desmoldante, utilizado para facilitar a desforma, e após a

lixação era executada a limpeza final do pano onde seria executado o revestimento. Após a limpeza, a equipe responsável por essa atividade aplicava o chapisco sobre a alvenaria de blocos cerâmicos e na parte da estrutura (vigas e pilares) se aplicava argamassa colante II (AC-II) com a desempenadeira dentada na direção horizontal, buscando uma maior aderência entre a base e a estrutura. Após a aplicação da argamassa colante II na parte da estrutura, aplicava-se o chapisco sobre a mesma.

O resultado foi uma camada rugosa e com boa aderência para a posterior aplicação do revestimento.

b) Definição do plano de revestimento:

Definida a fachada que seria revestida, locavam-se linhas de prumo ao longo da fachada para mapeá-la. As linhas de nylon eram soltas no topo da estrutura com um peso ao final dela, para que se mantivesse esticada ao máximo e se pudesse fazer o mapeamento da espessura. As linhas eram sempre analisadas bem no início da manhã quando o vento era praticamente imperceptível, de maneira que não influenciasse no resultado final. Definida a espessura, as linhas eram amarradas, e o taliscamento era iniciado. Com o taliscamento pronto, a equipe em estudo deste trabalho passava a executar o revestimento em argamassa.

c) Aplicação da argamassa:

A aplicação da argamassa é realizada de forma manual e enérgica, a fim de garantir uma boa aderência entre a base e a argamassa. Antes de iniciar o revestimento, fazia-se uma análise do mapeamento de espessuras para avaliar a necessidade de duas camadas de emboço ou não, e em casos extremos, a colocação de telas entre a primeira e segunda camada do emboço. A primeira camada do emboço era executada quando a espessura era maior do que 5 centímetros, conforme a recomendação da norma NBR 7200 (ABNT, 1998). A colocação da tela por sua vez, dependia da análise da equipe de engenharia da empresa. Quando havia a necessidade da primeira camada de emboço, a aplicação da segunda camada era feita apenas 24 horas após o término da primeira camada.

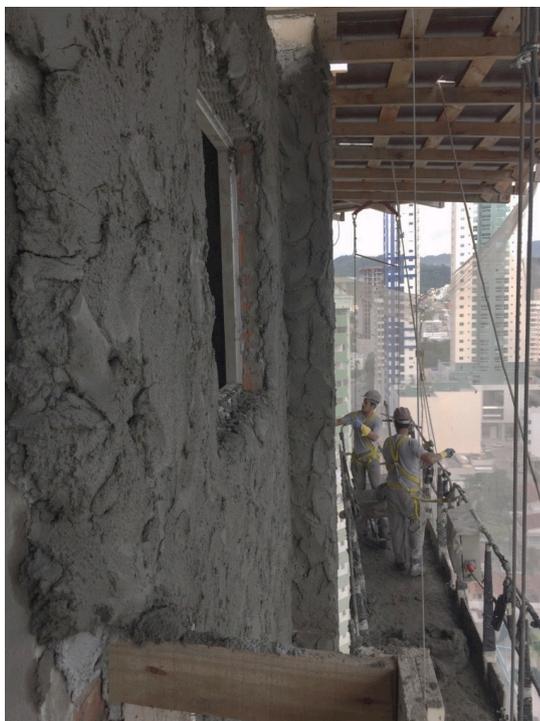
A atividade era executada sobre balancim elétrico, onde os 2 oficiais da equipe executavam a atividade sobre ele, enquanto os outros 2 ajudantes alcançavam o material e a argamassa para eles. As Figuras 12 e 13 mostram a execução do revestimento de fachada em argamassa.

Figura 12 - Ajudante alcançando argamassa para o oficial sobre o balancim.



Fonte: Autor.

Figura 13 - Oficiais trabalhando sobre o balancim durante a execução da segunda camada.



Fonte: Autor.

Após a aplicação da argamassa era executado o sarrafeamento, ou seja, o aplainamento da superfície com uma régua metálica, apoiada sobre os pontos de referência (mestras). Com o fim desta etapa, os oficiais retiravam os tacos de madeira do taliscamento, preenchiam os buracos e iniciavam o desempenho da superfície com a aspersão de água sobre a argamassa. Nessa obra, não era realizado o camurçamento, que consiste em deixar a textura da superfície ainda mais lisa. Essa atividade não era realizada, pois seriam aplicadas pastilhas como revestimento final de acabamento sobre essa camada de argamassa. Dessa forma, acredita-se que com uma textura mais áspera, haverá uma maior aderência entre a base que passa a ser o revestimento de argamassa e a camada final, a pastilha.

d) Execução dos detalhes:

A execução das juntas de dilatação era feita durante o processo de aplicação da argamassa e por isso estão inseridas na análise do emboço. Porém os requadros de janelas e demais detalhes construtivos eram feitos separadamente após o fim de toda a execução do revestimento da fachada.

O requadro de janelas é analisado separadamente à produtividade da mão de obra. Sua análise é feita apenas para fins comparativos com outros estudos e para que a Empresa A possa utilizar estes dados em seu planejamento e orçamentação.

#### 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados do estudo da produtividade da mão de obra e do consumo de materiais para a execução do revestimento de fachada em argamassa. São apresentados os resultados referentes à análise da produtividade e do consumo de materiais para a realização do emboço de cada fachada, ou seja, são apresentados os resultados de cada pano analisado. Ao final, os resultados são comparados com os de manuais orçamentários com o objetivo de analisar o resultado obtido.

A atividade foi executada por uma equipe de quatro pessoas, sendo dois oficiais que trabalhavam sempre sobre o balancim, e dois ajudantes que alcançavam os materiais aos oficiais. A argamassa era produzida por uma equipe à parte, e portanto, não será avaliada. Os resultados são apresentados de acordo com a equipe de oficiais que estava envolvida diretamente na atividade. Portanto, são apresentados neste trabalho os valores da RUP oficial por fachada analisada e também o consumo de materiais para a execução do emboço de cada fachada.

Para algumas fachadas foi necessária a execução de uma camada inicial, primeira camada de emboço, pois não seria possível realizar o revestimento da fachada em camada única devido a elevada espessura do revestimento. Em outras, foi possível realizar diretamente o revestimento em camada única.

Todos os dados coletados para a análise da produtividade da mão de obra foram coletados em paralelo ao do consumo de materiais. Ao final de cada período de atividade, eram feitas as anotações com quantidade de homens-hora, área produzida e o consumo de sacos de cimento.

A área de produção foi calculada na própria obra, mas sempre era feita a verificação no software AutoCAD, a fim de diminuir a possibilidade de possíveis erros durante as medições.

A coleta de dados do período em que a equipe executou a atividade foi obtida *in loco*, diretamente com a equipe responsável, como descrita no método de pesquisa.

A contagem de material por sua vez, era baseada na quantidade de sacos de cimento utilizadas para cada período de atividade. A análise é feita a partir da quantidade de cimento utilizada por metro quadrado, haja vista que é um material

que representa de forma expressiva o custo do revestimento de fachada em argamassa.

#### 4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA E DO CONSUMO DE MATERIAIS DO EMBOÇO

Os resultados da produtividade da mão de obra, como também o do consumo de materiais utilizados para a execução do emboço de cada fachada são apresentados nos próximos itens.

Serão acrescidos os valores da mediana da RUP do chapisco, encontrada na TCPO (PINI, 2010) para a comparação dos resultados com outras literaturas, a fim de se encontrar um valor mais próximo da realidade, e que dessa forma, a Empresa A possa utilizar em sua orçamentação e planejamento.

Para todas as fachadas analisadas neste trabalho, foram coletados dados do 9º ao 19º pavimento, totalizando assim uma amostra de 11 andares para cada pano.

Os resultados serão apresentados pela divisão das fachadas feita pela Empresa A, mas que por motivo de sigilo, elas serão apenas brevemente descritas, mas não apresentadas com mais detalhes.

Para este empreendimento não havia um projeto de fachadas, e além disso, as espessuras das camadas do emboço eram variáveis. Os oficiais eram orientados a deixar uma espessura de 3 centímetros para a execução da camada final do emboço, portanto, a espessura da primeira camada do emboço varia de acordo com o prumo do prédio. Há de ressaltar que não necessariamente a segunda camada de emboço mantinha o padrão de 3 centímetros, uma vez que os profissionais executavam a atividade da maneira que consideravam conveniente.

##### 4.1.1 Análise da fachada 2 BCD

A fachada 2 BCD apresenta uma área líquida de 25,66 m<sup>2</sup> por pavimento e apenas 2 vãos de janelas ao longo de cada andar. Os resultados encontrados para a RUP dos oficiais para a execução do pano 2 BCD, como também para o CUM da fachada são apresentados na Tabela 2.

Para alcançar o material para dentro do balancin a equipe de ajudantes não apresentou muita dificuldade. Constatou-se apenas que o processo apresentava um

volume de perdas bastante alto ao se transferir as argamassas das giricas para dentro do balancin, fazendo com que o consumo que já era alto, devido a sua elevada espessura, se tornasse ainda maior, devido a grande quantidade de perda para se transferir o material.

Tabela 2 - Resultados da fachada 2 BCD.

Local	Oficiais	Atividade	Tempo total (horas)	Área total (m <sup>2</sup> )	Sacos de cimento (50 kg)	RUP do pano (Hh/m <sup>2</sup> )	CUM do pano (Kg/m <sup>2</sup> )
Fachada 2 BCD	2	Emboço	34,67	333,58	229,5	0,21	34,40

Fonte: Autor.

Os dados coletados para a obtenção dos resultados desta análise são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Dados da fachada 2 BCD.

Data	Período	Local	Oficiais	Atividade	Tempo total (horas)	Área (m <sup>2</sup> )	Sacos de cimento (50 kg)
6/12/16	Manhã	Fachada 2 BCD	2	Emboço 1 <sup>a</sup> Camada	4:10	128,3	41,5
6/12/16	Tarde	Fachada 2 BCD	2	Emboço 1 <sup>a</sup> Camada	4:00	102,64	34,5
7/12/16	Manhã	Fachada 2 BCD	2	Emboço 1 <sup>a</sup> Camada	2:30	51,32	20,5
8/12/16	Manhã	Fachada 2 BCD	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	4:00	51,32	22,5
8/12/16	Tarde	Fachada 2 BCD	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	2:30	25,66	14,5
9/12/16	Manhã	Fachada 2 BCD	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	3:55	51,32	23
12/12/16	Manhã	Fachada 2 BCD	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	4:10	51,32	23
12/12/16	Tarde	Fachada 2 BCD	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	2:40	25,66	14
13/12/16	Manhã	Fachada 2 BCD	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	4:05	51,32	24
13/12/16	Tarde	Fachada 2 BCD	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	2:40	25,66	12

Fonte: Autor.

#### 4.1.2 Análise da fachada 3 AB

A fachada 3 AB apresenta uma área líquida de 16,05 m<sup>2</sup> por pavimento e apenas 2 vãos de janelas de banheiro (60x70cm) ao longo de cada andar. Os

resultados encontrados para a RUP e do CUM desta fachada são apresentados na Tabela 4.

Nesta fachada, a equipe de ajudantes apresentou ainda mais dificuldade para alcançar o material, pois tinha que alcançar a argamassa para dentro do balancin através da pequena janela do banheiro. Além disso, o revestimento apresentou uma espessura elevada, o que influenciou significativamente no resultado do CUM deste pano.

Tabela 4 - Resultados da fachada 3 AB.

Local	Oficiais	Atividade	Tempo total (horas)	Área total (m <sup>2</sup> )	Sacos de cimento (50 kg)	RUP do pano (Hh/m <sup>2</sup> )	CUM do pano (Kg/m <sup>2</sup> )
Fachada 3 AB	2	Emboço	25,33	176,55	124,5	0,29	35,26

Fonte: Autor.

Os dados coletados para a obtenção dos resultados desta análise são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Dados da fachada 3 AB.

Data	Período	Local	Oficiais	Atividade	Tempo total (horas)	Área (m <sup>2</sup> )	Sacos de cimento (50 kg)
26/1/17	Tarde	Fachada 3 AB	2	Emboço 1 <sup>a</sup> Camada	3:30	80,46	28,5
27/1/17	Manhã	Fachada 3 AB	2	Emboço 1 <sup>a</sup> Camada	1:40	45,98	23
30/1/17	Manhã	Fachada 3 AB	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	3:40	32,1	14
30/1/17	Tarde	Fachada 3 AB	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	3:35	32,1	12
31/1/17	Manhã	Fachada 3 AB	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	3:55	32,1	15,5
1/2/17	Manhã	Fachada 3 AB	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	3:45	32,1	10,5
1/2/17	Tarde	Fachada 3 AB	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	3:20	32,1	13,5
2/2/17	Manhã	Fachada 3 AB	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	1:55	16,05	7,5

Fonte: Autor.

#### 4.1.3 Análise da fachada 4 A

A fachada 4 A era uma fachada de área menor, com apenas 9,70 m<sup>2</sup> por pavimento e apenas um vão de janela ao longo de cada andar. Os resultados encontrados para a RUP deste pano, como também para o CUM, são apresentados na Tabela 6. Nesta fachada, a maior dificuldade era alcançar o material para dentro do balancin, no qual as perdas inerentes à dificuldade de alcançar o material fizeram com que o consumo fosse elevado, apesar do revestimento não ser tão espesso.

Tabela 6 - Resultados da fachada 4 A.

Local	Oficiais	Atividade	Tempo total (horas)	Área total (m <sup>2</sup> )	Sacos de cimento (50 kg)	RUP do pano (Hh/m <sup>2</sup> )	CUM do pano (Kg/m <sup>2</sup> )
Fachada 4 A	2	Emboço	17,00	106,67	70,5	0,32	33,05

Fonte: Autor.

Os dados são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Dados da fachada 4 A.

Data	Período	Local	Oficiais	Atividade	Tempo total (horas)	Área (m <sup>2</sup> )	Sacos de cimento (50 kg)
26/1/17	Manhã	Fachada 4 A	2	Emboço 1 <sup>a</sup> Camada	3:40	87,28	29,5
8/2/17	Manhã	Fachada 4 A	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	4:10	38,79	16,5
8/2/17	Tarde	Fachada 4 A	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	3:35	29,09	10,5
9/2/17	Manhã	Fachada 4 A	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	4:05	29,09	10,5
9/2/17	Tarde	Fachada 4 A	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	1:30	9,70	3,5

Fonte: Autor.

#### 4.1.4 Análise da fachada 4 B

A área da fachada 4 B era de 23,63 m<sup>2</sup> por pavimento e esta fachada possuía uma laje externa a fachada, que servirá de espaço para a colocação dos motores do ar condicionado do apartamento. Este local facilitava o trabalho e o alcance de material à equipe, o que pode ser visto nos resultados apresentados na Tabela 8,

onde a RUP e o CUM foram mais baixos, quando comparados aos de outras fachadas.

Tabela 8 - Resultados da fachada 4 B.

Local	Oficiais	Atividade	Tempo total (horas)	Área total (m <sup>2</sup> )	Sacos de cimento (50 kg)	RUP do pano (Hh/m <sup>2</sup> )	CUM do pano (Kg/m <sup>2</sup> )
Fachada 4 B	2	Emboço	28,08	259,98	113	0,22	21,73

Fonte: Autor.

Os dados encontrados para a fachada 4 B podem ser visualizados na Tabela 9.

Tabela 9 - Dados da fachada 4 B.

Data	Período	Local	Oficiais	Atividade	Tempo total (horas)	Área (m <sup>2</sup> )	Sacos de cimento (50 kg)
13/2/17	Manhã	Fachada 4 B	2	Emboço 1 <sup>a</sup> Camada	3:50	94,53	16
13/2/17	Tarde	Fachada 4 B	2	Emboço 1 <sup>a</sup> Camada	3:35	94,53	12,5
15/2/17	Manhã	Fachada 4 B	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	4:05	47,27	15
15/2/17	Tarde	Fachada 4 B	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	3:45	47,27	15
16/2/17	Manhã	Fachada 4 B	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	3:50	47,27	16,5
16/2/17	Tarde	Fachada 4 B	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	3:25	47,27	15
17/2/17	Manhã	Fachada 4 B	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	3:55	47,27	15,5
17/2/17	Tarde	Fachada 4 B	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	1:40	23,63	7,5

Fonte: Autor.

#### 4.1.5 Análise da fachada 5 A

A fachada 5 A era uma fachada sem vãos ou detalhes e tinha uma área de 18,96 m<sup>2</sup> por pavimento. Para alcançar o material a equipe de ajudantes tinha bastante dificuldade, uma vez que não haviam aberturas próximas para alcançar o material da parte interna do edifício até o balancin, desta forma, foi necessário colocar uma calha, feita de cano de PVC de 200 milímetros cortada ao meio, que

servia para transportar a argamassa de dentro do edifício até o balancin. Durante esse processo, verificou-se que a equipe gastava mais tempo para alcançar o material, o que por consequência atrasava a atividade, além da considerável perda de argamassa durante o transporte da mesma sobre o cano de PVC. Os resultados encontrados para essa fachada para a RUP e para o CUM são apresentados na Tabela 10.

Cabe ressaltar que nessa fachada, devida a elevada espessura do revestimento, foi necessário colocar uma tela entre as duas camadas de emboço, com o objetivo de dar maior fixação ao mesmo.

Tabela 10 - Resultados da fachada 5 A.

Local	Oficiais	Atividade	Tempo total (horas)	Área total (m <sup>2</sup> )	Sacos de cimento (50 kg)	RUP do pano (Hh/m <sup>2</sup> )	CUM do pano (Kg/m <sup>2</sup> )
Fachada 5 A	2	Emboço	24,83	208,59	157,5	0,24	37,75

Fonte: Autor.

A Tabela 11 apresenta os dados obtidos para a análise da fachada 5 A.

Tabela 11 - Dados da fachada 5 A.

Data	Período	Local	Oficiais	Atividade	Tempo total (horas)	Área (m <sup>2</sup> )	Sacos de cimento (50 kg)
4/4/17	Manhã	Fachada 5 A	2	Emboço 1 <sup>a</sup> Camada	1:20	56,89	16
4/4/17	Tarde	Fachada 5 A	2	Emboço 1 <sup>a</sup> Camada	3:05	113,78	29
5/4/17	Manhã	Fachada 5 A	2	Emboço 1 <sup>a</sup> Camada	1:25	37,93	22,5
7/4/17	Manhã	Fachada 5 A	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	3:45	37,93	16,5
7/4/17	Tarde	Fachada 5 A	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	2:10	18,96	9
10/4/17	Manhã	Fachada 5 A	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	4:00	47,41	22,5
10/4/17	Tarde	Fachada 5 A	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	3:00	28,44	12
11/4/17	Manhã	Fachada 5 A	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	3:50	47,41	19,5
11/4/17	Tarde	Fachada 5 A	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	2:15	28,44	10,5

Fonte: Autor.

#### 4.1.6 Análise da fachada 5 B

A fachada 5 B também era uma fachada sem vãos ou detalhes e tinha uma área de 13,99 m<sup>2</sup> por pavimento. Nesta fachada porém, a equipe fez uma abertura na alvenaria para que se pudesse alcançar o material mais facilmente para dentro do balancin, evitando algo parecido ao que foi executado no revestimento da fachada 5 A.

Apesar do trabalho para alcançar o material à equipe de oficiais dentro do balancin ser mais fácil nesta fachada, percebeu-se que uma quantidade elevada de argamassa se perdia durante o transporte. Além disso, essa fachada apresentava uma espessura mais elevada quando comparada as demais, sendo necessária a colocação de tela entre as duas camadas de emboço.

Há de se ressaltar que no primeiro dia de atividade desta fachada, na execução da primeira camada do emboço, ocorreu uma chuva muito forte logo após a equipe dar início às atividades. Dessa forma, os ajudantes tiveram que parar de alcançar material para os oficiais, e colocar uma lona sobre a bandeja localizada acima do balancin, tentando evitar que a água da chuva atrapalhasse a atividade. Além disso, uma parte do emboço se descolou com a chuva, e por isso, a equipe teve que executar o emboço novamente naqueles locais onde houve o descolamento da argamassa, o que influenciou significativamente no consumo de argamassa, como também na perda de produtividade da equipe.

Os resultados são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Resultados da fachada 5 B.

Local	Oficiais	Atividade	Tempo total (horas)	Área total (m <sup>2</sup> )	Sacos de cimento (50 kg)	RUP do pano (Hh/m <sup>2</sup> )	CUM do pano (Kg/m <sup>2</sup> )
Fachada 5 B	2	Emboço	22,58	153,86	147	0,29	47,77

Fonte: Autor.

Os dados coletados para a análise desta fachada são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Dados da fachada 5 B.

Data	Período	Local	Oficiais	Atividade	Tempo total (horas)	Área (m <sup>2</sup> )	Sacos de cimento (50 kg)
3/4/17	Manhã	Fachada 5 B	2	Emboço 1 <sup>a</sup> Camada	1:30	27,97	21,5
3/4/17	Tarde	Fachada 5 B	2	Emboço 1 <sup>a</sup> Camada	3:10	69,93	30
4/4/17	Manhã	Fachada 5 B	2	Emboço 1 <sup>a</sup> Camada	2:20	55,94	20
12/4/17	Manhã	Fachada 5 B	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	4:10	41,96	18,5
12/4/17	Tarde	Fachada 5 B	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	3:25	34,97	15
17/4/17	Manhã	Fachada 5 B	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	3:40	34,97	19,5
17/4/17	Tarde	Fachada 5 B	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	2:40	27,97	13,5
18/4/17	Manhã	Fachada 5 B	2	Emboço 2 <sup>a</sup> Camada	1:40	13,99	9

Fonte: Autor.

A alta produtividade dos oficiais pode estar relacionada com o fator aprendizagem, pois esta equipe é especializada na execução de revestimentos argamassados. Além disso, os oficiais recebem por produtividade, o que Teixeira (1998) e Zakeri et al. (1997) consideram como um fator significativo para influenciar a produtividade da mão de obra.

#### 4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA PARA O REQUADRO DAS JANELAS

A análise da produtividade para o requadro das janelas deu-se da seguinte maneira: coletou-se a quantidade de metros lineares de requadros executados em 3 diferentes fachadas e também coletou-se o tempo despendido para a sua total execução. A partir disso, foi possível encontrar uma produtividade em Hh/m linear de requadro.

Esta análise foi feita devido ao fato de não se considerar o tempo e o material gasto nas análises da RUP e do CUM das fachadas apresentadas anteriormente neste trabalho, enquanto o manual orçamentário da TCPO (PINI, 2010) e demais trabalhos consideraram esse tempo em suas análises e em seus índices. Portanto, para possibilitar a realização dessa comparação, bem como servir de ferramenta

para um possível planejamento e orçamento de obras desenvolvido pela Empresa A, encontrou-se uma maneira de incluir esse tempo gasto para fazer os requadros na RUP encontrada para os oficiais.

Cabe lembrar que esta análise foi feita separadamente, pois a equipe executava o emboço de toda a fachada inicialmente e somente após terminá-lo é que eles davam início ao requadro de todas as janelas.

A partir da quantidade de oficiais, do tempo necessário para realizar os requadros e também da metragem linear total destas 3 fachadas, encontrou-se o valor da produtividade média dos requadros em Hh/m linear de requadro.

Após isso, calculou-se a representatividade desta quantidade de metros lineares de requadros sobre a área revestida nas 3 fachadas analisadas, ou seja, a área total destas 3 fachadas somam 565,51 m<sup>2</sup> e a metragem total de requadros nessa área foi de 281,60 metros. Constatou-se que foram necessárias 41,49 Hh para executar os requadros. Portanto, encontrou-se uma produtividade média de 0,15 Hh/m linear de requadro para estas fachadas analisadas. Dividiu-se então a quantidade de homens-hora necessários para a execução destes requadros, pela área total revestida destas fachadas. Com isso encontrou-se um valor médio a ser adicionado na RUP anteriormente encontrada, pois desta maneira encontra-se um valor mais aproximado da real produtividade da equipe de oficiais na execução do revestimento argamassado.

Portanto, a produtividade final a ser incluída na análise da RUP a fim de comparação com os manuais orçamentários e para o melhor planejamento e orçamentação da empresa seria de 0,07 Hh/m<sup>2</sup>. O que foi feito nesse caso foi encontrar a quantidade de homem-hora média de requadro por metro quadrado de emboço produzido para poder ser adicionado ao valor final da RUP do pano. Esse adicional encontrado para os requadros, será incluído na mediana da RUP das fachadas analisadas para a sua posterior comparação com a TCPO (PINI, 2010).

A análise das 3 fachadas para o requadro das janelas teve o objetivo apenas de se encontrar um valor médio de produtividade da mão de obra para a execução dos requadros a ser considerado para a produtividade final do revestimento, e desta forma então, poder comparar com os índices dos manuais orçamentários.

### 4.3 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS

Para avaliar melhor os resultados obtidos da produtividade da mão de obra foi feita uma comparação com a 13ª edição da TCPO (PINI, 2010) e também com o trabalho de Salvador (2012), que tinha como objeto de estudo o mesmo tema. Os resultados são apresentados pelas Figuras 14, 15, 16 e 17.

Figura 14 - Produtividade para o revestimento externo de paredes com argamassa apresentada pela TCPO (PINI, 2010).



Figura 15 - Produtividade encontrada para o revestimento de argamassa no estudo realizado por Salvador para a Equipe A.



Figura 16 - Produtividade encontrada para o revestimento de argamassa no estudo realizado por Salvador para a Equipe B.

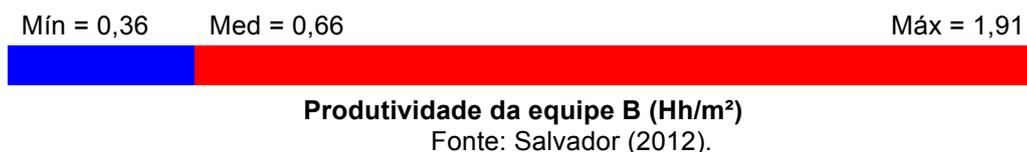


Figura 17 - Produtividade encontrada para o revestimento de argamassa das fachadas analisadas neste estudo.



O valor da produtividade da mão de obra para a execução do revestimento de fachada em argamassa neste estudo não leva em conta o tempo gasto para a execução do chapisco, taqueamento e para o requadro das janelas.

A fim de que os resultados possam ser comparados de maneira condizente com o que é apresentado pela TCPO (PINI, 2010) e também por Salvador (2012), será acrescido a mediana da RUP deste trabalho, o valor apresentado pela TCPO (PINI, 2010) para a execução do chapisco, que é de 0,20 Hh/m<sup>2</sup>, apenas para encontrar um valor mais próximo da realidade e que possa ser utilizado pela empresa para elaborar a sua orçamentação e planejamento. Não foi encontrado dados referentes a produtividade para a execução do taqueamento, e por isso será desconsiderado.

Desta forma então, a RUP a ser comparada é de 0,54 Hh/m<sup>2</sup>, pois foi acrescentado ao valor da mediana da RUP, o 0,20 Hh/m<sup>2</sup> encontrado para o chapisco e o 0,07 Hh/m<sup>2</sup> para os requadros das janelas.

Este novo valor, por sua vez, passa a ser mais próximo ao que foi apresentado pela TCPO (PINI, 2010) e também mais próximo do valor encontrado por Salvador (2012). Nesse caso, o 0,54 Hh/m<sup>2</sup>, apresentado então como a mediana da RUP a ser utilizada a fim de comparação, se situa abaixo do valor da mediana trazida pela TCPO (PINI, 2010), portanto, considera-se como boa produtividade.

A produtividade dos oficiais pode ser considerada boa, se levada em conta a média trazida pela TCPO para a produtividade do chapisco. Acredita-se que esta produtividade seja influenciada principalmente pelo fato da equipe de oficiais ser especializada em revestimentos de parede em argamassa, como também ao fato de receberem por produção. Além disso, a boa produtividade deve-se ao fato de que as fachadas não apresentavam muitos detalhes, a não ser os requadros das janelas e as juntas de dilatação. Considera-se que esta equipe apresenta uma boa produtividade, pois em quase todas as fachadas analisadas a espessura do revestimento era bastante alta.

Comparando-se o valor encontrado da mediana da RUP deste trabalho com os acréscimos descritos anteriormente, com a mediana apresentada no trabalho de Salvador (2012), percebeu-se que a equipe deste estudo apresenta uma produtividade melhor do que a Equipe A e a Equipe B.

Ainda foi comparada a quantidade de material utilizada para o revestimento com o que foi apresentado por Souza (1999). Os valores de consumo de cimento no revestimento de fachada em argamassa citados por ele variam entre 3,4 a 13,9 kg/m<sup>2</sup>. Neste trabalho, entretanto, nenhum valor do CUM foi abaixo de 13,9 kg/m<sup>2</sup>, o maior valor de consumo de cimento apresentado por Souza, o que é preocupante.

Salvador (2012) em seu estudo de caso, encontrou o valor da mediana do CUM para a equipe A de 7,62 kg/m<sup>2</sup> e para a equipe B de 13,54 kg/m<sup>2</sup>. Ambos os valores encontrados por Salvador (2012) são menores que os encontrados no presente estudo. Acredita-se que isso ocorreu, porque o traço utilizado apresenta uma grande quantidade de cimento, embora o desperdício de material e a espessura do revestimento sejam bastante consideráveis neste caso.

## 5 CONCLUSÃO

### 5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final do estudo, pode-se concluir que a equipe apresentou uma boa produtividade quando comparadas a outros estudos e com a TCPO (PINI, 2010). Entretanto, observou-se que a quantidade de material utilizada para o serviço, que neste caso foi a quantidade de cimento utilizada por metro quadrado, apresentou valores bem acima de outras referências.

Este estudo serve de instrumento de gestão para a empresa avaliar as suas atividades como um todo. A elaboração de um banco de dados para a empresa, permitirá avaliar o seu processo atual, como também auxiliará na elaboração de cronogramas e orçamentos futuramente. Neste caso, a análise ficou limitada à produtividade e ao consumo de materiais para o revestimento externo em argamassa. Concluiu-se que a quantidade de material que foi utilizada para a atividade de alguma maneira tem causado certo prejuízo à empresa, uma vez que a quantidade de cimento utilizada é muito alta. Cabe ressaltar que o custo envolvido nesta atividade é grande no orçamento da obra, e a partir do estudo, a proposição de melhorias e a correção dos problemas poderão trazer benefícios à empresa.

Avalia-se ainda que os processos da construção civil, de uma maneira geral devem ser continuamente acompanhados e estudados. A variação da produtividade da mão de obra é influenciada por diversos fatores como: a forma de remuneração, a habilidade dos oficiais envolvidos, as técnicas executivas, os materiais empregados, a influência do clima, o tempo de espera para o recebimento dos materiais, os imprevistos que surgem ao longo da atividade, como também a conscientização quanto à qualidade do serviço. O consumo de materiais por sua vez também necessita de mais estudos. Neste trabalho percebeu-se que a quantidade de material que é desperdiçado ao longo do processo é de certa forma impactante. Este trabalho não teve como objetivo avaliar as perdas envolvidas no processo. Entretanto, constatou-se diariamente que o consumo de material era influenciado por diversos fatores, entre eles: as perdas durante o transporte do material, a quantidade de material que ficava retido nas giricas ou carrinhos, o material que caía ao ser alcançado para os oficiais, à quantidade de material que se perdia durante a aplicação e posterior sarrafeamento, e a espessura irregular do revestimento.

O aprimoramento dos processos deve ser buscado diariamente por todos os envolvidos. A produtividade e o consumo de materiais talvez apresentariam melhores resultados se a estrutura estivesse no prumo, por exemplo. A pressa e a busca por caminhos mais econômicos podem trazer reflexos negativos à construção civil. Neste caso, o retrabalho causado pela falta de prumo da estrutura trouxe a necessidade de fazer o ajuste no revestimento, aumentando-se os gastos com a mão de obra, que passa mais tempo para executar a mesma atividade, como também um custo maior com a quantidade de material necessária para a mesma.

Outros aprimoramentos que devem ser avaliados estão relacionados com a forma de alcançar o material para dentro do balancim, uma vez que a quantidade de material que cai e é desperdiçada é elevada. Outra possibilidade de aprimoramento da atividade é no momento da utilização da régua para planificar a área que está sendo revestida. Estes dois exemplos acima citados foram sem dúvida os maiores geradores de perdas de argamassa durante este estudo. Há ainda como se evitar maiores perdas no transporte da argamassa, uma vez que se as giricas não estivessem tão cheias, elas dificilmente transbordariam durante o transporte.

Com a constante qualificação da mão de obra envolvida a tendência é de que as atividades passem a ser executadas de melhor maneira e apresentem melhores resultados quanto à produtividade e ao consumo de materiais. Por isso, o treinamento da mão de obra, o acompanhamento e o estudo dos processos são ferramentas importantes e que devem ser valorizadas para o constante aprimoramento da construção civil.

Desta maneira, conclui-se que os objetivos propostos foram alcançados, pois foi possível analisar e comparar a produtividade da mão de obra e o consumo de materiais de forma unitária com a literatura, como ainda foi possível identificar os principais influenciadores dos resultados encontrados e por fim propor alguns aprimoramentos relacionados a esta atividade.

## 5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Apesar deste estudo de caso ter sido bastante importante para entender a produtividade da mão de obra e o consumo de materiais para a atividade de

revestimento de fachada em argamassa, considera-se que esta deve ser continuamente pesquisada e estudada.

Sugere-se que:

- Seja proposto e acompanhado diferentes medidas que aprimoram o processo de revestimento de fachada em argamassa;
- Avalie-se as perdas geradas ao longo da execução do revestimento de fachada em argamassa;
- Avalie-se o custo a mais envolvido no revestimento de fachada em argamassa causado pela falta de prumo da estrutura, e consequente ajuste feito pelo revestimento.

## 6 REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. C. **Método para quantificação das perdas de materiais em obras de construção de edifícios: superestrutura e alvenaria.** São Paulo, 1999. 235p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

ARAÚJO, L. O. C. **Método para previsão e controle da produtividade da mão de obra na execução de formas, armação, concretagem e alvenaria.** 2000. 385p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo (SP).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP) - **Manual de Revestimentos de Argamassa.** São Paulo, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13749 - Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: Especificação.** Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200 - Execução de revestimentos de paredes e tetos de argamassa inorgânicas: Procedimentos.** Rio de Janeiro, 1998.

CARDOSO, F. F. **O ambiente do setor e as estratégias empresariais. Estudos Econômicos da Construção.** São Paulo. Sinduscon/SP, 1996. (Estratégias empresariais e novas formas de racionalização da produção no setor de edificações no Brasil e na França. Parte 1).

CARNEIRO, A. M. P. **Revestimento Externo em Argamassa de Cimento, Cal e Areia - Sistemática das Empresas de Construção Civil de Porto Alegre.** Porto Alegre, 1993. 85p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CARRARO, F.; SOUZA, U. E. L. **Monitoramento da produtividade de mão de obra na execução da alvenaria: um caminho para a otimização do uso dos recursos.** In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1., 1998, São Paulo. Anais. São Paulo:USP, 1998.p.291-98.

COSTA, D. B. **Diretrizes para concepção, implementação e uso de sistemas de indicadores de desempenho para empresas de construção civil.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

COSTA, F. N. **Processo de Produção de Revestimento de Fachada de Argamassas: Problemas e Oportunidades de melhorias.** Dissertação (Mestrado) – Porto Alegre, 2005.

COSTA, P. D. **Patologias do Processo Executivo de Revestimentos de Fachada de Edifícios.** Rio de Janeiro, 2013. 72 p. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro

DANTAS, J. D. F. **Produtividade da mão de obra – Estudo de caso: métodos e tempos na indústria da construção civil no subsetor de edificações na cidade de João Pessoa – PB.** João Pessoa, 2011. 56 p. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal da Paraíba. Disponível em: [http://150.165.162.5/coordenacoes/ccgec/images/arquivos/TCC/TCC\\_-\\_Jos\\_Diego\\_Formiga\\_Dantas.pdf](http://150.165.162.5/coordenacoes/ccgec/images/arquivos/TCC/TCC_-_Jos_Diego_Formiga_Dantas.pdf) Acesso em: 13 de fevereiro de 2017.

FREITAS, A. H. C., FRANÇA, P. M., FRANÇA, T. M. **Patologias de fachadas.** Revista Pensar: Engenharia. v. 1, n. 2, jul. 2013.

HEINECK, L. **Efeito aprendizagem, efeito continuidade e efeito concentração no aumento da produtividade na alvenaria.** Anais do III Simpósio de Desempenho de Materiais de Construção Civil, Florianópolis, SC, 1991.

KISS, P. **Cuidado, fissuras!** Técnica - A Revista do Engenheiro Civil, São Paulo, n. 76, p. 4, jul. 2003.

LEGGERINI, M. R. C.; AURICH, M. **Materiais Técnicas e Estruturas I.** PUC-RS, Porto Alegre, 2011. Disponível em: [http://www.feng.pucrs.br/professores/mregina/ARQUITETURA\\_-\\_Materiais\\_Tecnicas\\_e\\_Estruturas\\_I](http://www.feng.pucrs.br/professores/mregina/ARQUITETURA_-_Materiais_Tecnicas_e_Estruturas_I). Acesso em: 15 de março de 2017.

LIMA, E. C. **Produtividade.** Construção mercado, São Paulo, 2014, Setembro. Disponível em: <http://construcaomercado.pini.com.br//negocios/158/gestao-da-produtividade-produtividade-ey-firjan-fgv-helcio-bueno-flavio-326558-1.aspx>. Acesso em: 08 de fevereiro de 2017.

MACIEL, L. L.; BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H. **Recomendações para execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação internas e externas e tetos.** São Paulo, EPUSP, 1998.

MARCON, C. V.; MARCHIORI, F. F. **Produtividade de mão de obra na execução de revestimento cerâmico de piso: Estudo de caso.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 8., 2013, Salvador. Anais. Salvador: ANTAC, 2013. p.1-14.

MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F. H. **Estudos sobre a técnica executiva de revestimento de argamassa sobre paredes de alvenaria.** In: INTERNATIONAL SEMENAR ON STRUCTURAL MANSORY FOR DEVELOPING COUNTRIES, 5., 1994, Florianópolis. Anais. Florianópolis: ANTAC, 1994. v.1, p. 594-607.

MORAES, R. M. M.; GUERRINI F. M.; SERRA, S. M. B. **Aplicação de Tecnologia de Informação no Setor da Construção Civil.** XII SIMPEP - Bauru, SP, Brasil, 2006.

PALIARI, J. C. **Metodologia para a coleta e análise de informações sobre consumos e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios.** São Paulo, 1999. 473p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

PALIARI, J. C. **Método para prognóstico da produtividade da mão de obra consumo unitário de materiais: sistemas prediais hidráulicos**. São Paulo, 2008. v.1 613p. Dissertação (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

PALIARI, J. C.; SOUZA, U. E. L.; ANDRADE, A. C. **Levantamento de perdas/consumos de argamassas de revestimento em obras de construção de edifícios brasileiras**. In: 251III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS. Vitória, 2000. Anais. Vitória: ANTAC, pp. 727-39.

PALIARI, J. C.; SOUZA, U. E. L. **Metodologia para coleta e análise de informações sobre consumo e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios**. São Paulo : EPUSP, 1999. 20 p. -- (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/242).

PROVERBS, D. G.; HOLT, G. D.; OLOMOLAIYE, P. O. **A method for estimating labour requirements and costs for international construction projects at inception**. Building and Environment. v. 34, p. 43-48. jan. 1999.

SABBATINI, F. H. **Patologia das Argamassas de Revestimento - Aspectos Físicos**. III Simpósio Nacional de Tecnologia da Construção, São Paulo, 1986. Patologia das Edificações. Anais. São Paulo: EPUSP, 1986.

SABBATINI, F. H.; BAÍA, L. L. M. **Projeto e Execução de Revestimentos de Argamassa**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2000.

SALVADOR, J. S.; **Produtividade de mão de obra e consumo de materiais em revestimento de argamassa de fachada**. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

SARETOK, V. **Testing methods concerning rendered external surface (From RILEM Committee 13-MR "Performance of mortars and renderings")**. In: Symposium on evaluation of the performance of external vertical surfaces of buildings. Helsinki, RILEM/ASTM/CIB, 1977. 3v., v.2., p.272-83.

SELMO, S. M. S. **Dosagem de argamassas de cimento Portland e cal para revestimento externo de fachada de edifícios**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1989.

SILVA, M. A. C. **Identificação e análise dos fatores que afetam a produtividade sob a ótica dos custos de produção de empresas de edificações**. 1986. 1º Ed. 65p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1986.

SILVA, L. L. R.; SOUZA, U. E. L. **Métodos de intervenção para a melhoria da eficiência na execução de revestimentos de argamassa de fachada**. São Paulo, EPUSP, 2003.

SINDUSCON-SP. **Sumário econômico: setembro a novembro de 2000.** São Paulo: Sinduscon/SP, 2000.

SOUZA, U. E. L. **Metodologia para o estudo da produtividade da mão de obra no serviço de formas para estruturas de concreto armado.** São Paulo, 1996. 280p. Dissertação (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SOUZA, R. **Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte.** 1997. Dissertação (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SOUZA, U. E. L.; AGOPYAN, V.; PALIARI, J. C.; ANDRADE, A. C. **Simpósio Nacional Desperdício de Materiais nos Canteiros de obras: A quebra do Mito.** São Paulo: PCC/EPUSP, 1999. 48 p.

SOUZA, U. E. L.; PALIARI, J. C.; AGOPYAN, V. **Estudo da gestão do consumo de materiais na construção de edifícios (coletânea).** Dendezeiros, SENAI, 1999. 8 fascículos.

SOUZA, U. E. L. **Como medir a produtividade da mão de obra na construção civil.** Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Salvador/BA, 2000.

SOUZA, U. E. L. **Método para a previsão da produtividade da mão-de-obra e do consumo unitário de materiais para os serviços de fôrmas, armação, concretagem, alvenaria, revestimentos com argamassa, contrapiso, revestimentos com gesso e revestimentos cerâmicos.** 2001. 357 p. Dissertação (Livre docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SOUZA, U. E. L.; **Como aumentar a eficiência da mão de obra: manual de gestão da produtividade na construção civil.** 1ed., São Paulo, PINI, 2005. 100p.

SOUZA, U. E. L.; **Como reduzir perdas nos canteiros: manual de gestão do consumo de materiais na construção civil.** 1ed., São Paulo, PINI, 2006. 128p.

SOUZA, U. E. L.; ARAÚJO, L. O. C. **Avaliação da gestão de serviços de construção.** In: II Sibrageq, Fortaleza-CE, ANTAC/UFC/Unifor/CEFET. 2001

SOUZA, U. E. L.; DEANA, D. F. **Levantamento do estado da arte: consumo de materiais.** São Paulo: Casa Publicadora, 2007. 43p. (Projeto FINEP: Tecnologias para construção habitacional mais sustentável).

TCPO. **Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos.** 13 ed. São Paulo: Pini, 2010.

TEIXEIRA, R. C.; TEIXEIRA, I. S. **A relação entre motivação e produtividade nas empresas de construção civil.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7. , Florianópolis, 1998. Anais... Florianópolis, SC. 1998. v.2, p.635-643.

THOMAS, H. R.; YAKOUMIS, I. **Factor model of construction productivity.** Journal of Construction Engineering and Management. ASCE, v.125, n.1, p.39-46, 1999.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos. 2.ed.** - Porto Alegre, Bookman, 2001.

ZAKERI, M.; OLOMOLAIYE, P.; HOLT, G. D.; HARRIS, F. C. **Factors Affecting the Motivation of Iranian Construction Operatives.** Building and Environment. v.32, n.2, 1997. p.161-166.