



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO  
CIVIL

PRODUTIVIDADE ESTRATIFICADA DA MÃO DE OBRA NA  
EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO DE GESSO EM PASTA

Kelly Christina Ramos de Oliveira

São Carlos  
2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO  
CIVIL

PRODUTIVIDADE ESTRATIFICADA DA MÃO DE OBRA NA  
EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO DE GESSO EM PASTA

Kelly Christina Ramos de Oliveira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Estruturas e Construção Civil.

**Área de Concentração:**  
Sistemas Construtivos

**Orientador:**  
Prof. Dr. José Carlos Paliari

São Carlos  
2014

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

O48pe

Oliveira, Kelly Christina Ramos de.  
Produtividade estratificada da mão de obra na execução  
do revestimento de gesso em pasta / Kelly Christina Ramos  
de Oliveira. -- São Carlos : UFSCar, 2015.  
144 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São  
Carlos, 2014.

1. Construção civil. 2. Canteiro de obras. 3. Revestimento  
de gesso. 4. Produtividade estratificada da mão de obra. I.  
Título.

CDD: 690 (20<sup>a</sup>)

# FOLHA DE APRESENTAÇÃO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
Rod. Washington Luís, Km 235  
13565-905 – São Carlos – SP  
Fone: (16) 3351-8261 Fax (16) 3351-8262  
e-mail: [ppgeciv@ufscar.br](mailto:ppgeciv@ufscar.br) site: [www.ppgeciv.ufscar.br](http://www.ppgeciv.ufscar.br)

**KELLY CHRISTINA RAMOS DE OLIVEIRA**

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada em 12 de dezembro de 2014.

Banca Examinadora constituída pelos membros:

**Prof. Dr. José Carlos Paliari**  
Departamento de Engenharia Civil/PPGECiv/UFSCar  
**Orientador**

**Prof. Dr. Luís Otávio Coelho de Araújo**  
Universidade Federal do Rio de Janeiro/PEU/POLI/UFRJ  
**Membro Externo**

**Profª Drª Sheyla Mara Baptista Serra**  
Departamento de Engenharia Civil/PPGECiv/UFSCar  
**Membro Interno**

## DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado pela inspiração e motivação...

À minha mãe Dona Regina Ramos e o meu pai Mario Cesar que sempre foram minha vida.

À minha irmã Marcelle Janine... Amo-te!.

À minha prima “irmã” Ana Claudia... que me apoiou sempre.

À minhas avós Nair Pereira Oliveira e Núbia Ferreira “in memoriam”.

À minha tia paterna Fátima Maria Pereira Oliveira “in memoriam”.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Dr. Alex Sander por ter apresentado ao Professor Dr. José Carlos Paliari para uma conversa em junho de 2011 em sua sala, em uma das minhas primeiras visitas em São Carlos - SP na UFSCar.

Ao Professor Dr. José Carlos Paliari, pela oportunidade de uma orientação e aprendizado na minha pesquisa, acreditando na minha transparência, sinceridade e amizade em todo o desenvolvimento do meu caminho desta dissertação. Muito obrigado por não ter desistido de mim!

A esposa do meu orientador, senhora Jussara Paliari por sua simplicidade e carinho em partilhar de todos os meus momentos com o Prof. Paliari. Obrigada!

Aos meus colegas e amigos das salas da Pós-graduação (Laboratório de pesquisa Prof. Dr. Segundo Carlos Lopes), mestrado e doutorado, em especial ao André Luiz Vivan, Adriana Boni, Adriano Bosetti, Alexandre Hideki, Baptista Bina, Cintia Campos, Felipe Ortiz, Fernando Braga, João Ailton Brondino, Leonardo Silva, Ludimilla Zeule, Keyzo Totake, Juliano Souza, José Martins Costa, Milton Anjoletto, Maria Emília, Thalita Lima, Laísa Carvalho e Glauco Bianchini por compartilharem de momentos únicos e inesquecíveis em minha vida.

Aos professores da Universidade Federal de São Carlos pela redescoberta e transformação do conhecimento científico acadêmico nas disciplinas cursadas no decorrer do mestrado.

Ao Professor Dr. Celso Novaes pelo privilégio de conhecer pessoalmente e frequentar suas aulas criteriosas que contribuíram no meu caminho neste mestrado.

Ao Professor Dr. Itamar Aparecido Lorenzon (DECiv) pela oportunidade de tutoria virtual da disciplina Expressão Gráfica em engenharia do curso de Engenharia Ambiental da UAB/SEaD/UFSCar. Obrigada!

Aos Professores Dr. Itamar Aparecido Lorenzon e Dr<sup>a</sup>. Sheyla Mara Baptista Serra pelas orientações no Exame de Qualificação ao desenvolvimento desta dissertação.

Ao Professor Dr. Almir Sales pela orientação no Programa de estágio Supervisionado de Capacitação Docente (PESCD), juntamente com o Prof. Paliari.

Aos Professores Dr. Celso Aparecido Martins (DEMa) e Dr<sup>a</sup>. Clélia Mara de Paula Marques (Departamento de Química) da UFSCar pela disposição em me ajudar nas dúvidas de conceitos específicos e fundamentos do tema desta dissertação.

A secretária do PPGECiv Solange Damha que sempre me ajudou em todas as solicitações importantes para a continuidade no mestrado.

A Biblioteca Comunitária da UFSCar especial a Teresa Bessi Lopes e Siomara Mello Prado pela atenção dedicada as minhas consultas, solicitações de acervo e correções na formatação da escrita do trabalho de mestrado.

A Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) pela concessão de espaço físico e material ao longo destes anos de mestrado.

Ao Governo do Estado de Roraima, através da Secretária de Infra Estrutura (SEINF) Departamento de Engenharia e Obras (DEO) e do Departamento de Recursos Humanos (DEPLAF) na liberação, autorização e pelo auxílio financeiro para cursar o mestrado em especial ao Secretário de Estado Carlos Wagner Rocha Bríglio e ao engenheiro civil Gregório Almeida Junior e engenheira civil Delchelly Roberta de Souza Oliveira, as senhoras Anísia Rosalina de Carvalho, Maria Aparecida de Jesus Arruda e Maria Aurenny de Albuquerque.

A todos os profissionais da Construção Civil que colaboraram com esta dissertação em especial as empresas, engenheiros, encarregados e operários dos canteiros de obras que convivi na cidade de São Carlos - SP.

A Dona Cida que me acolheu em sua residência de forma muito hospitaleira e amável dividindo todos os momentos. Obrigada por todas as fatias de bolo deixadas na minha porta!

Aos meus amigos e vizinhos de todas as horas Rafael Nunes e Edwin Choque Pillco que moram na casa da Dona Cida... Valeu por tudo...!

A todos que me ajudaram em São Carlos: Aparecida Maria de Oliveira Oteiro, José Francisco Pepe e Maria Teresa, Marcia Elias, Roberta Casimiro, Luisa Theruko, Dulce Masiero, Melina Moraes, Rosana da Silva, Silvana Sampaio e Inez Mariotti Fragelli...! Obrigadíssima!

A minha amiga Patrícia Bazo, sua família e amigos pelo incentivo inicial no mestrado e depois por todo nosso caminhar de luta e força nestes anos de convivência sincera, íntegra de muitas boas risadas e lágrimas... Valeu Paty!

As minhas amigas Noemia Silva e Rosely Cerminaro “Marias Martas” pelos momentos de amizade sincera e descontração vivida em São Carlos. Vocês sabem como minhas dores de “saudades” foram amenizadas pela atenção e dedicação que tiveram comigo.

Aos meus amigos e amigas: Leila Azevedo, Sandra Rodrigues, Luiz Otávio, Francisco Isidro, Gustavo Bruski, Marcília Duarte, Daniel Lira e Ana Claudia Moura e todos seus familiares que guardo dentro do meu coração, onde quer que vocês estejam sempre vão estar nas minhas orações e pensar... Pois não me deixaram sozinha em nenhum momento, com orações e incentivos de encorajamento para continuar... Amo-os para sempre!

A Nádia Level que se tornou uma amiga especial e sempre presente com seu bom humor (risos) e suas palavras de paciência e incentivo me ajudou. Obrigada!

Aos meus irmãos, tios, tias e primos que contribuíram cada um com sua característica de personalidade e sempre me apoiaram. Valeu!

Aos meus amigos de Fortaleza - CE e Boa Vista - RR por toda a colaboração e apoio sempre!

A todos que tiveram envolvidos nesta pesquisa e na minha vida e colaboraram direta ou indiretamente na execução deste trabalho na cidade de São Carlos - SP.

A minha terra e a sua gente do extremo norte: forte, makuxi, roraimeira onde tem uma boa vista linda de se ver, e lá é o lugar que eu vivo Roraima!

## EPÍGRAFE

"A verdadeira medida de um homem não se vê na forma como se comporta em momentos de conforto e conveniência, mas em como se mantém em tempos de controvérsia e desafio."

Martin Luther King Jr.

## RESUMO

OLIVEIRA, Kelly Christina Ramos de. **Produtividade estratificada da mão de obra na execução de revestimento de gesso em pasta**. 2014. 144p. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.

A necessidade de se cumprir prazos e de se reduzir custos obrigou as empresas de construção civil a investirem na melhoria da produtividade nos processos de construção de edificações. Este estudo teve como objetivo estratificar a produtividade da mão de obra em categorias de ocupação na execução do revestimento de gesso em pasta, apresentando valores de indicadores de produtividade, expressos em homens-horas por metro quadrado (Hh/m<sup>2</sup>) de revestimento executado de tal forma a se identificar, entre as categorias de ocupação da mão de obra, oportunidades de melhoria. Como estratégia de pesquisa, utilizou-se o levantamento de campo em cinco obras com tipologias diferentes de edifícios, onde foi feita uma laboriosa observação e levantamento da produtividade da mão de obra levando-se em consideração as categorias de ocupação (Trabalho direto, Atrasos, Mobilização, Paralisação, Deslocamentos e Apoio) resultando em indicadores de produtividade estratificados segundo estas categorias. Diagnosticou-se que os valores da produtividade da mão de obra global variou entre 0,16 e 0,50 Hh/m<sup>2</sup> sendo que o principal valor significativo na distribuição de suas frações foi na categoria de ocupação Trabalho direto, variando entre 0,08 Hh/m<sup>2</sup> e 0,23 Hh/m<sup>2</sup> em relação às demais categorias. Quanto maior a representatividade das categorias principais produtivas e auxiliares (Trabalho Direto, Apoio e Mobilização) em detrimento às categorias associadas a atividades improdutivas (Paralisação e Atraso), melhor a produtividade detectada, embora não se tenha observado forte correlação estatística. Com relação à categoria Trabalho Direto, a melhor produtividade da mão de obra é alcançada na execução do revestimento nos tetos em detrimento a das paredes. Assim, a principal contribuição deste trabalho reside na elaboração da estrutura analítica de categorias de ocupações para o serviço de revestimento de gesso em pasta, bem como o desdobramento dos indicadores da produtividade da mão de obra nessas categorias para esse serviço.

**Palavras-chave:** produtividade estratificada da mão de obra; revestimento de gesso, canteiro de obras.

## **ABSTRACT**

OLIVEIRA, Kelly Christina Ramos de. **Produtividade estratificada da mão de obra na execução de revestimento de gesso em pasta.** 2014. 144p. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.

The need for satisfying deadlines and reducing costs made construction companies invest in the improvement of productivity throughout the steps of constructing buildings. This study aimed to stratify the workforce's productivity in employment categories during the execution of the plaster coating, showing productivity indicators values expressed in man-hours per square meter (Hh/m<sup>2</sup>) of executed coating so as to identify among the workforce's employment categories chances of improvement. As research strategy, it was used the field survey in five construction works with different types of buildings, where it was made a hard observation and labor productivity collection taking into account the occupation categories (Direct Work, Delays, Mobilization, Downtime, Displacements and Support) resulting in productivity indicators stratified in accordance to these categories. It was diagnosed that the values of the overall workforce's productivity ranged between 0.16 and 0.50 Hh/m<sup>2</sup>, considering that the main value in the distribution of its fractions was in the occupation category of Direct Work, which ranged between 0.08 Hh/m<sup>2</sup> and 0.23 Hh/m<sup>2</sup> regarding the other categories. The higher the representativeness of main productive and auxiliaries categories (Direct Work, Support and Mobilization) over the categories associated with the unproductive activities (Downtime and Delay), the better the productivity detected, although strong statistical correlation was not observed. Regarding the category Direct Work, the best productivity of labor is achieved in the implementation of the coating on the ceiling over the implementation on the walls. Thereby, this work's main contribution is in the preparation of the analytical structure of occupation categories to the plaster coating department as well as the unfolding of workforce's productivity indicators in these categories for this department.

**Keywords:** labor stratified productivity of labor; plaster coating; building sites.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Comparação da produtividade na Indústria da Construção Civil.....	18
Figura 2.	Faixa de valores de produtividade.....	23
Figura 3.	Fluxograma contendo os estágios e etapas da pesquisa.....	25
Figura 4.	Distribuição da produção nacional da gipsita.....	29
Figura 5.	Consumo de gipsita por extração.....	30
Figura 6.	Curva de hidratação de uma pasta de gesso.....	34
Figura 7.	Gesso misturado com água.....	35
Figura 8.	Fluxograma do gesso em pasta (etapas de execução).....	40
Figura 9.	Transporte do gesso para os pavimentos superiores.....	41
Figura 10.	Estocagem dos sacos de gesso.....	42
Figura 11.	Seqüência da preparação do gesso em pasta.....	43
Figura 12.	Preparação da base.....	44
Figura 13.	Aplicação do revestimento de gesso em pasta.....	44
Figura 14.	Seqüência de aplicação do revestimento em pasta – acabamento desempenado.....	46
Figura 15.	Disposição do andaime de madeira.....	47
Figura 16.	Ferramentas para execução do revestimento em gesso.....	47
Figura 17.	Definição de produtividade em um processo.....	51
Figura 18.	Tipos de RUP em função do período de tempo associado.....	55
Figura 19.	Fatores que influenciam a produtividade da mão de obra.....	65
Figura 20.	Modelo da planilha de amostragem de trabalho.....	68
Figura 21.	Divisão percentual do tempo de utilização do revestimento em gesso.....	68
Figura 22.	Modelo dos Fatores da Produtividade.....	71
Figura 23.	Fases do modelo de estratificação.....	74
Figura 24.	Exemplo da representação gráfica do modelo de estratificação.....	76
Figura 25.	Exemplo da disposição gráfica do nível da classe de ocupação.....	77
Figura 26.	Fluxograma do processo de execução.....	83
Figura 27.	Dinâmica do preenchimento diário da mão de obra.....	84
Figura 28.	Hierarquia da estrutura analítica das categorias e subcategorias.....	85
Figura 29.	RUP's estratificadas: nível ID1.....	86
Figura 30.	Vista da obra SC1.....	88
Figura 31.	Vista da obra SC2.....	88
Figura 32.	Vista da obra SC3.....	89
Figura 33.	Vista da obra SC4.....	90
Figura 34.	Vista da obra SC5.....	91
Figura 35.	Procedimentos de preparação e aplicação do gesso em pasta da obra SC1.....	92
Figura 36.	Procedimentos de preparação e aplicação do gesso em pasta da obra SC2.....	95
Figura 37.	Procedimentos de preparação e aplicação do gesso em pasta da obra SC3.....	97
Figura 38.	Procedimentos de preparação e aplicação do gesso em pasta da obra SC4.....	99
Figura 39.	Procedimentos de preparação e aplicação do gesso em pasta da obra SC5.....	101
Figura 40.	Representação gráfica das RUP'S sem estratificação: obra SC1.....	102
Figura 41.	Representação gráfica das RUP'S sem estratificação: obra SC2.....	103
Figura 42.	Representação gráfica das RUP'S sem estratificação: obra SC3.....	104
Figura 43.	Representação gráfica das RUP'S sem estratificação: obra SC4.....	105
Figura 44.	Representação gráfica das RUP'S sem estratificação: obra SC5.....	106
Figura 45.	RUP Diária da estratificada por categoria de ocupação (ID1): obra SC1.....	110
Figura 46.	RUP Diária estratificada por categoria de ocupação (ID1): obra SC2.....	111
Figura 47.	RUP Diária estratificada por categoria de ocupação (ID1): obra SC3.....	112
Figura 48.	RUP Diária estratificada por categoria de ocupação (ID1): obra SC4.....	113
Figura 49.	RUP Diária estratificada por categoria de ocupação (ID1): obra SC5.....	114
Figura 50.	RUP's Cumulativas (Hh/m <sup>2</sup> ) em relação à categoria de ocupação (%): nível ID1.....	115
Figura 51.	RUP's Potenciais (Hh/m <sup>2</sup> ) em relação a categoria de ocupação (%): nível ID1.....	116
Figura 52.	Relação entre esforço da mão de obra (categorias Trabalho Direto, Mobilização e Apoio) em relação à RUP Cumulativa.....	117

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1.	Composição teórica dos sulfatos.....	31
Quadro 2.	Exigências físicas do gesso para construção civil .....	32
Quadro 3.	Exigências físicas e mecânicas do gesso para construção civil.....	33
Quadro 4.	Exigências químicas do gesso para construção civil .....	33
Quadro 5.	RUP quanto abrangência da mão de obra (característica da equipe).....	53
Quadro 6.	RUP quanto abrangência do período (tempo empregado no serviço) .....	53
Quadro 7.	Exemplo de cálculo da RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial. ....	54
Quadro 8.	Pesquisas sobre PMO desenvolvidos pelo GEPE-TGP/USP .....	56
Quadro 9.	Estudos sobre produtividade da mão de obra em outras instituições .....	57
Quadro 10.	Valores da faixa de variação $RUP_{potencial-oficial}$ (Hh/m <sup>2</sup> ).....	59
Quadro 11.	Valores $RUP_{Potencial-oficial}$ , $RUP_{Cumulativa-oficial}$ e $RUP_{Cumulativa-global}$ (Hh/m <sup>2</sup> ) .....	60
Quadro 12.	Modelos de produtividade dentro de um método de previsão .....	63
Quadro 13.	Classificação dos fatores influenciadores da produtividade.....	64
Quadro 14.	Categoria de ocupação e suas respectivas subcategorias: revestimento de gesso em pasta ....	80
Quadro 15.	Identificação das categorias e subcategorias da ocupação das atividades .....	81
Quadro 15.	Identificação das categorias e subcategorias da ocupação das atividades - continuação .....	82
Quadro 15.	Identificação das categorias e subcategorias da ocupação das atividades – continuação.....	83
Quadro 16.	Características gerais das obras.....	87
Quadro 17.	Características gerais do serviço de revestimento de gesso em pasta .....	91
Quadro 18.	Comparação dos resultados obtidos com pesquisas realizadas: RUP Cumulativa e RUP Potencial .....	107

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. RUP'S sem estratificação: SC1 .....	102
Tabela 2. RUP'S sem estratificação: obra SC2 .....	103
Tabela 3. RUP'S sem estratificação: obra SC3 .....	104
Tabela 4. RUP'S sem estratificação: obra SC4 .....	105
Tabela 5. RUP'S sem estratificação: obra SC5 .....	106
Tabela 6. Resumo das RUP'S sem estratificação .....	107
Tabela 7 RUP Diária estratificada por categoria de ocupação (ID1): obra SC1 .....	109
Tabela 8 RUP Diária estratificada por categoria de ocupação (ID1): obra SC2 .....	110
Tabela 9 RUP Diária estratificada por categoria de ocupação (ID1): obra SC3 .....	111
Tabela 10 RUP Diária estratificada por categoria de ocupação (ID1): obra SC4 .....	112
Tabela 11 RUP Diária estratificada por categoria de ocupação (ID1): obra SC5 .....	113
Tabela 12. Resumo das RUP's Cumulativas (Hh/m <sup>2</sup> ) estratificadas em função das categorias de ocupação: nível ID1 .....	114
Tabela 13. Representatividade (%) das categorias de ocupação: RUP's Cumulativas: nível ID1 .....	115
Tabela 14. Resumo das RUP's Potenciais (Hh/m <sup>2</sup> ) estratificadas em função das categorias de ocupação: nível ID .....	116
Tabela 15. Representatividade (%) das Categorias de ocupação: RUP's Potenciais: nível ID1 .....	116
Tabela 16 – Resumo dos indicadores de Produtividade da mão de obra – Nível ID2 da categoria principal Trabalho direto .....	118
Tabela 17 – Resumo das RUP's Cumulativas – Nível ID3 da categoria principal Trabalho direto .....	119
Tabela 18 – Resumo das RUP's Potenciais – Nível ID3 da categoria principal Trabalho direto .....	119
Tabela 19 - Resumo dos indicadores de Produtividade da mão de obra – Nível ID2 da categoria principal Atraso .....	120
Tabela 20 - Resumo dos indicadores de Produtividade da mão de obra – Nível ID2 da categoria principal Mobilização .....	121
Tabela 21 – Resumo das RUP's Cumulativas – Nível ID3 da categoria principal Mobilização .....	121
Tabela 22 – Resumo das RUP's Potenciais – Nível ID3 da categoria principal Mobilização .....	121
Tabela 23 - Resumo dos indicadores de Produtividade da mão de obra – Nível ID2 da categoria principal Paralisação .....	122
Tabela 24 - Resumo dos indicadores de Produtividade da mão de obra – Nível ID2 da categoria principal Apoio .....	123
Tabela 25 – Resumo das RUP's Cumulativas – Nível ID3 da categoria principal Apoio .....	123
Tabela 26 – Resumo das RUP's Potenciais – Nível ID3 da categoria principal Apoio .....	123

## **SIGLAS**

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção.

CDHU – Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo

CEF – Caixa Econômica Federal.

EAO – Estrutura Analítica de Ocupações

ENGEPE – Encontro Nacional de Engenharia de Produção.

FGV – Fundação Getúlio Vargas.

Hh – Homens x hora.

ICC – Indústria da Construção Civil.

MCMV – Minha Casa, Minha Vida.

PAC – Programa de Aceleração do Crescimento.

PBQP-H – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional

PMO – Produtividade da mão de obra.

QS – Quantidade de serviço executado.

RUP – Razão Unitária de Produção.

RUP Diária – Razão Unitária de Produção Diária.

RUP Cum – Razão Unitária de Produção Cumulativa.

RUP Pot – Razão Unitária de Produção Potencial.

RUP Oficial – Razão Unitária de Produção Diária dos Oficiais.

RUP Direta – Razão Unitária de Produção Diária Direta.

RUP Glob – Razão Unitária de produção Global.

RNA – Redes Neurais Artificiais.

SPT – Sistema de Produção Toyota.

SIBRAGEC – Simpósio brasileiro de gestão e economia da construção.

SINAPI – Sistema nacional de pesquisa de custos e índices de construção

TCPO – Tabela de Composições de Preço e Orçamento

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Justificativa .....</b>	<b>15</b>
1.1.1 A importância do estudo da produtividade da mão de obra .....	15
1.1.2 Avanço do conhecimento: estratificação da produtividade da mão de obra.....	22
<b>1.2 Questão de pesquisa.....</b>	<b>23</b>
<b>1.3 Objetivos.....</b>	<b>24</b>
<b>1.4 Método de pesquisa.....</b>	<b>24</b>
<b>1.5 Estrutura do trabalho.....</b>	<b>26</b>
<b>2. REVESTIMENTO DE GESSO.....</b>	<b>28</b>
<b>2.1 Matéria-prima.....</b>	<b>28</b>
<b>2.2 Gesso de construção civil.....</b>	<b>30</b>
2.2.1 Comercialização do gesso de construção civil .....	31
2.2.2 Prescrições normativas do gesso de construção civil .....	32
2.2.3 Hidratação do gesso.....	34
2.2.4 Pega e endurecimento do gesso.....	35
2.2.5 Aditivos controladores de pega de gesso.....	36
<b>2.3 Revestimento de gesso em pasta .....</b>	<b>37</b>
2.3.1 Considerações iniciais .....	37
2.3.2 Definição .....	39
2.3.3 Execução do revestimento em pasta de gesso .....	39
<b>2.4 Considerações finais acerca do capítulo .....</b>	<b>48</b>
<b>3. PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA .....</b>	<b>49</b>
<b>3.1 Definições.....</b>	<b>49</b>
3.1.1 Produtividade.....	49
3.1.2 Produtividade da mão de obra .....	50
<b>3.2 Indicadores de produtividade da mão de obra.....</b>	<b>51</b>
3.2.1 Definição .....	51
3.2.2 Mensuração da produtividade da mão de obra .....	53
<b>3.3 Contextualização da produtividade da mão de obra na Indústria da Construção Civil .....</b>	<b>55</b>
<b>3.4 Produtividade da mão de obra no revestimento de gesso.....</b>	<b>58</b>
3.4.1 Produtividade da mão de obra na execução do revestimento de gesso: Souza (2001).....	58
3.4.2 Produtividade da mão de obra na execução do revestimento de gesso: Maeda (2002).....	59
<b>3.5 Modelos para análise da produtividade da mão de obra .....</b>	<b>60</b>
3.5.1 Considerações iniciais .....	60
3.5.2 Fatores que influenciam a produtividade da mão de obra .....	64
3.5.3 Modelo de Entrada: Amostragem do Trabalho .....	65
3.5.4 Modelo de Entrada e Saída: Modelo dos Fatores .....	70
3.5.5 Modelo de Entrada e Saída: Modelo de Estratificação.....	72
<b>3.6 Considerações acerca do capítulo.....</b>	<b>77</b>
<b>4. MÉTODO DE COLETA E PROCESSAMENTO.....</b>	<b>79</b>
<b>4.1 Estruturação das categorias de ocupação das atividades.....</b>	<b>79</b>
<b>4.2 Procedimentos para coleta de dados .....</b>	<b>83</b>
4.2.1 Entradas .....	84

4.2.2	Saídas.....	84
<b>4.3</b>	<b>Processamento dos dados .....</b>	<b>85</b>
<b>4.4</b>	<b>Considerações acerca do capítulo.....</b>	<b>86</b>
<b>5.</b>	<b>ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>87</b>
<b>5.1</b>	<b>Caracterização da tipologia das obras .....</b>	<b>87</b>
5.1.1	Obra SC1 .....	87
5.1.2	Obra SC2 .....	88
5.1.3	Obra SC3 .....	89
5.1.4	Obra SC4 .....	89
5.1.5	Obra SC5 .....	90
<b>5.2</b>	<b>Caracterização do serviço de revestimento de gesso em pasta das obras .....</b>	<b>91</b>
5.2.1	Obra SC1 .....	91
5.2.2	Obra SC2 .....	93
5.2.3	Obra SC3 .....	96
5.2.4	Obra SC4 .....	98
5.2.5	Obra SC5 .....	100
<b>5.3</b>	<b>Indicadores de RUP sem estratificação.....</b>	<b>101</b>
5.3.1	Obra SC1 .....	102
5.3.2	Obra SC2 .....	102
5.3.3	Obra SC3 .....	103
5.3.4	Obra SC4 .....	104
5.3.5	Obra SC5 .....	105
5.3.6	Resumo das RUP’S sem estratificação.....	106
5.3.7	Análise.....	107
<b>5.4</b>	<b>Indicador da RUP estratificada: nível ID1.....</b>	<b>109</b>
5.4.1	Obra SC1 .....	109
5.4.2	Obra SC2 .....	110
5.4.3	Obra SC3 .....	111
5.4.4	Obra SC4 .....	112
5.4.5	Obra SC5 .....	113
5.4.6	Resumo das RUP’s estratificadas por categorias de ocupação: nível ID1 .....	114
<b>5.5</b>	<b>Indicador RUP estratificada das subcategorias ID2 e ID3 .....</b>	<b>118</b>
5.5.1	Categoria de ocupação – Trabalho Direto (TD) .....	118
5.5.2	Categoria de ocupação – Atrasos (AT).....	119
5.5.3	Categoria de ocupação – Mobilização (MO).....	121
5.5.4	Categoria de ocupação – Paralisação (PA).....	122
5.5.5	Categoria de ocupação – Apoio (AP).....	122
<b>6.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>125</b>
<b>6.1</b>	<b>Em relação aos objetivos propostos.....</b>	<b>125</b>
<b>6.2</b>	<b>Conclusões .....</b>	<b>125</b>
<b>6.3</b>	<b>Sugestões para trabalhos futuros .....</b>	<b>126</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>128</b>
	<b>APÊNDICE - Modelo da planilha das atividades por categoria de ocupação .....</b>	<b>139</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>140</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A Indústria da Construção Civil, considerada como uma das atividades mais antigas e artesanais do mercado na cadeia produtiva, tem exercido um papel muito importante na economia. Nos últimos anos, em função da crescente competitividade e globalização, tem-se buscado o incremento de novos processos de desenvolvimentos tecnológicos, empregando novos modelos de transformação para a produção dentro do setor nacional.

Associado a este fato, nos últimos anos a economia do Brasil teve destaque mundial, estando em fase estimulante de transformações e prosperidade. Atualmente, como é característico do setor, vive uma fase de reflexão, porém cabendo ainda ao setor aprimorar os investimentos para que a máquina interna não perca o ritmo de trabalho crescente.

Em que pese este cenário, sabe-se que em relação aos países considerados desenvolvidos, o Brasil ainda apresenta problemas na importação de materiais e com os altos preços alfandegários, além da falta de tecnologia para inovar na melhoria da produtividade.

Novas filosofias advindas da Indústria Automobilística começaram a ser incorporadas na Indústria da Construção Civil em meados da década de 90; disseminaram-se propostas que visam à busca de um novo caminho e, ao mesmo tempo, uma quebra de paradigma para os canteiros de obras e os modelos de produção, de forma a se reduzir custos prazos de execução, sem deixar de atender à Qualidade e à Sustentabilidade.

Baseado neste princípio, a filosofia do Sistema de Produção Toyota (SPT) demanda esforços para a modernização do setor com introdução de princípios e técnicas na produção da construção enxuta, podendo resultar em uma nova forma de melhoria na produtividade e desempenho sistemático e contínuo (KOSKELA, 1992). A base da estrutura desta filosofia é buscar a eliminação de todos os tipos de desperdícios, visando melhorar a produtividade e qualidade, reduzir o tempo de produção, ou seja, consiste na racionalização de operações no dia a dia do canteiro de obras dentro do planejamento e controle da produção.

Apesar de o Subsetor de Edificações mostrar-se cada vez mais diversificado, mais complexo e exigente por inovações nos processos e sistemas construtivos, ainda não há um entendimento pleno da filosofia da produção enxuta em relação à gestão de produção.

Salienta-se que diversos fatores impedem essas transformações, em especial as dificuldades de logística, demanda por energia elétrica, cronogramas, muitas vezes “enxutos” e sem diretrizes, falta de projetos executivos e de suprimentos, carência de mão de obra

qualificada e a incipiência de avanços tecnológicos dos equipamentos, evidenciando a necessidade de uma discussão mais profunda sobre Qualidade e da Produtividade. A primeira, Qualidade, deve ser buscada do ponto de vista mais amplo das condições inerentes às etapas de um empreendimento, aprimorando a eficiência na implantação de gestão na cadeia produtiva.

A segunda, Produtividade, tem relação com a suas dificuldades de implementação de sistemas de gestão mais avançados. Portanto, ações para a melhoria da produtividade devem ser direcionadas para a eliminação dos desperdícios em geral, por meio da redução dos consumos de materiais, dimensionamento correto da força de trabalho, padronização dos métodos gerenciais e modernização dos equipamentos.

Neste contexto, a Indústria da Construção Civil no Brasil, em particular o Subsetor de Edificações, tem priorizado vários programas de qualidade, visando alcançar certificação nos controles dos processos de produção e, por consequência, aumentando a produtividade, buscando nivelamento com relação ao mercado internacional.

É importante levar em consideração que o mercado de trabalho e a produtividade são, sem dúvida, indicadores de transformação de um país.

O Brasil vive uma das suas maiores escassez de mão de obra qualificada, apresentando uma taxa geral de desemprego de 5,2%, o que para a economia é considerada uma das mais baixas dos últimos anos (AMORIM, 2013), confirmando a necessidade de se caminhar para a evolução do conhecimento e de tecnologia em áreas estratégicas do setor da Construção Civil.

Dentro deste quadro, Coelho (2003) enfatiza que o Brasil possui um enorme deficit habitacional, com uma produtividade no Subsetor de Edificações menor que um quinto da média dos países industrializados, pois seu custo em valor agregado é muito alto, devido aos diferentes *designs* dos empreendimentos e com uma alternância da rotatividade de mão de obra, peculiar de uma Indústria de transformação.

As transformações estimulantes pelas quais o país tem passado na última década, com a entrada de milhões de pessoas no mercado de trabalho e o grande interesse externo por produtos nacionais, colocou o país entre as grandes economias mundiais. Porém, é pouco provável, que a fase próspera continue se não houver um aperfeiçoamento da forma como sua máquina interna trabalha.

Apesar do avanço, o Brasil continua na retaguarda no quesito produtividade. Um *ranking* do instituto de pesquisa americano de 2011 “*The Conference Board*” mostra que o trabalhador brasileiro apresenta um desempenho inferior ao dos seus principais vizinhos latinos, enquanto os chineses e indianos evoluem em passos largos.

No Brasil por sua vez, houve regressão deste índice nos últimos anos. Um levantamento feito pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) mostra que a produtividade do trabalho no país havia subido 4,7% entre 2001 e 2006, mas obteve uma queda de 0,9% nos cinco anos seguintes. Essa retração coincide com o período de grande absorção pela indústria de mão de obra desqualificada, mas bem remunerada (NOGUEIRA, 2013).

Constata-se, diante disso, que a mudança de paradigma dos investimentos governamentais, priorizando o desenvolvimento em infraestrutura e educação, fatores decisivos no contexto atual, deve ser buscada com um alinhamento dos investimentos em inovação tecnológica e infraestrutura entre os setores públicos e a iniciativa privada, mas sem perder o foco na eficiência e produtividade do mercado interno, usando como parâmetro os modelos e iniciativas externas.

Nesse sentido, em relação ao déficit habitacional, muitas são as iniciativas e estratégias dos programas governamentais, dentre elas, as mudanças e/ou redução da carga tributária, subsídios e legislação trabalhista. Essas iniciativas poderão trazer uma redução nos custos de produção e melhor qualidade do produto e produtividade.

É neste contexto em que a presente pesquisa está inserida: estuda-se a produtividade da mão de obra como um importante indicador real na gestão do gerenciamento das atividades da produção no canteiro de obras, em especial na execução do revestimento de gesso em pasta, que tem sido uma alternativa ao revestimento de argamassa comumente empregado no país.

## **1.1 Justificativa**

### **1.1.1 A importância do estudo da produtividade da mão de obra**

Nos últimos anos, o que mais se evidencia no Subsetor Edificações é o déficit habitacional caracterizado pela predominância do uso de sistemas construtivos com processos artesanais e com baixa produtividade, baixa eficiência e grande desperdício de matéria-prima.

Nota-se também que há iniciativas para uma melhoria sob o ponto de vista da garantia de oferta de produtos de qualidade a um custo menor, tanto por parte de ações empresariais, como também de ações no âmbito setorial, como por exemplo, o programa QUALIHAB, implantado pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU) e pelo Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional (PBQP-H), implantado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.

Essas iniciativas, para o cenário vigente atual, estão sendo inseridas por meio de programas governamentais como PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) e Minha Casa, Minha Vida (MCMV), com políticas de financiamentos de residências para famílias de média e baixa renda, buscando, assim, soluções para a erradicação do déficit habitacional no Brasil, acarretando uma transformação de paradigmas nas empresas e na cadeia produtiva. Dentre as mudanças necessárias destacam-se a desoneração dos tributos sobre sistemas construtivos industrializados e o estímulo à mecanização nos canteiros de obras. Como também o programa MCMV, em sua primeira fase, que tinha como objetivo a contratação de um milhão de casas, meta que foi atingida em 2010 (CARMINATTI JÚNIOR, 2012).

Em abril de 2012, o governo, aliado ao vigor do mercado de trabalho no país, anunciou a ampliação da meta MCMV2 para 2,4 milhões de moradias até 2014, com um incremento na distribuição de moradias por faixa de renda e por município (BERGAMO, 2012).

A consequência deste cenário é significativa. De um lado têm-se a distribuição de renda e a manutenção de mercado interno vigoroso em meio a problemas econômicos globais. Por outro, como resultado, este processo é caracterizado pela baixa produtividade.

Analisar a produtividade da mão de obra é importante, por considerar a quantidade de recursos envolvidos na produção de bens, uma vez que, na medida em que se consegue produzir mais com menos recursos, há benefícios para todos os envolvidos na cadeia de produção, inclusive para o consumidor final. Assim, a produtividade está diretamente relacionada com a competitividade da empresa.

Dentro desse contexto, Araújo (2000) citado por Maeda (2002), destaca que um dos caminhos mais viáveis para reverter possíveis ganhos aos trabalhadores está na tentativa de melhorar a produtividade da mão de obra, investindo na melhoria de sua gestão. Embora se entenda que somente a melhoria da produtividade não consiste na única medida na condução

do planejamento e gerenciamento da produção dentro do canteiro de obras de uma empresa, esta, em termos gerais, configura-se numa questão estratégica para as mesmas.

Estudos recentes mostram que a produtividade da mão de obra no Brasil é considerada baixa em relação a outros países desenvolvidos, em que dois fatores contribuem para este cenário: a falta de industrialização na Construção Civil e a Política brasileira de absorção de mão de obra pouco qualificada.

Em relação à industrialização, esta apresenta um alto índice na redução das perdas de materiais, diminuição do prazo para realização das tarefas, contribuindo na redução de retrabalho dos serviços, entre outros, de forma a priorizar a gestão eficiente dos recursos e dos fatores de produção. Isso propicia ganhos contínuos de produtividade e, com isso, há o avanço de forma definitiva em direção à industrialização de novos processos construtivos e inovadores.

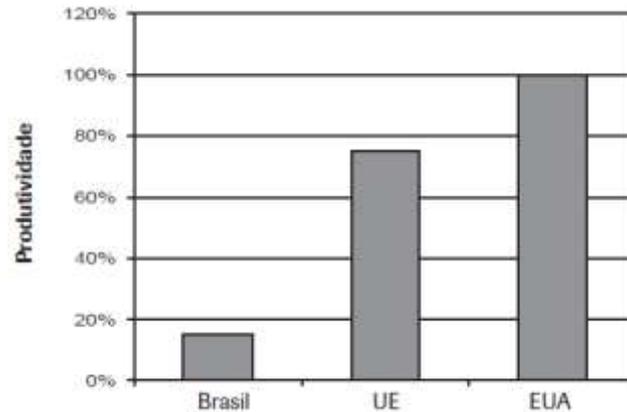
Por outro lado, a combinação de mão de obra com elevados salários devido ao mercado aquecido nos últimos tempos tem causado uma escassez de mão de obra qualificada e a necessidade de diminuir a improdutividade existente no setor.

Salienta-se que, no quesito econômico, internacionalmente o Brasil se encontrava aquém de outros países em relação à produtividade da mão de obra (McKINSEY GLOBAL INSTITUTE, 1998 apud Paliari, 2008, p. 2):

De acordo com o estudo realizado pelo *Mckinsey Global Institute*, em se tratando da Indústria da Construção Civil no Brasil, mais especificamente no que diz respeito à mão de obra, a produtividade é de apenas 32% quando comparada à indústria de Construção Civil dos Estados Unidos, sendo que, no subsetor de edificações, esta porcentagem atinge 35% ().

Recentemente, ao se comparar o desempenho da construção europeia e a norte-americana, tomadas como *benchmarking* internacional em relação à situação brasileira, não houve muitas mudanças, como apresentado na Figura 1: a produtividade europeia é 75% da americana e a brasileira é 15% da americana (MELLO et.al., 2009).

**Figura 1. Comparação da produtividade na Indústria da Construção Civil**



**Fonte: MELLO et. al., 2009.**

Segundo estes autores, a Indústria da Construção Civil é composta por uma complexa cadeia produtiva, integrada por uma série de atividades com diferentes graus de complexidade, ligada entre si por uma vasta diversificação de produtos, com processos tecnológicos variados vinculando-se a diferentes tipos de demanda. Entre outras razões, isto justifica a marcante heterogeneidade da Indústria da Construção Civil em relação a processos e, principalmente, produtos.

Dessa forma, entende-se que o desenvolvimento da Indústria da Construção Civil no Brasil se deu de uma forma muito diferente daquela testemunhada em países considerados desenvolvidos na Europa e nos EUA. Essa diferença pode ser justificada pelo fato de a Indústria da Construção Civil brasileira, sendo altamente dependente da experiência da mão de obra, encontrar grandes dificuldades em relação à padronização dos processos, manutenção de operários em longo prazo, além de dificuldades no cumprimento de prazos, demandas e orçamentos.

Assim, fica evidente a falta de sensibilidade, tanto do setor público quanto do privado, para investimentos destinados ao desenvolvimento da construção civil. Entende-se que esses investimentos, tendo em vista as discussões apresentadas nesta dissertação, poderiam ser voltados para a educação e qualificação da mão de obra que, em sua maioria, é pouco especializada sendo, ainda, caracterizada pela alta rotatividade entre construtoras devido a variações de oferta e demanda, fatores estes que a Indústria da Construção Civil no Brasil ainda não consegue lidar com destreza, como afirma Oliveira (1997, p. 1):

No Brasil, ocorreu um processo contrário ao desenvolvido na Europa e nos Estados Unidos. As dificuldades da importação de materiais de construção, devido aos altos

custos, a falta destes mesmos materiais devido ao parque industrial pouco desenvolvido e, principalmente, a mão de obra em quantidade, relativamente barata e pouco especializada, foram fatores que contribuíram grandemente para o atraso tecnológico do processo construtivo brasileiro.

O maior problema da construção civil no Brasil é que os métodos construtivos não acompanharam o desenvolvimento tecnológico da área, como cita FARAH (1992), principalmente por encontrar-se nos canteiros de obras brasileiros uma nítida distinção entre o “saber fazer” e o “saber científico”. O primeiro representado pelos mestres de obras e os oficiais, e o seguinte, representado pela classe dos engenheiros. Aqui, não houve uma maior preocupação em racionalizar o processo produtivo, como na Europa e nos estados Unidos, pois a mão de obra abundante e barata amenizava os gastos decorrentes de processos obsoletos e fora de controle.

Analisando-se a atual situação brasileira, pode-se chegar a uma conclusão, em relação à indústria da construção civil: esta atual situação não pode e nem irá permanecer como está, pois os empresários do setor já estão conscientes do problema e, aqueles que ainda não o perceberam, a sociedade brasileira está se encarregando de acordá-los.

Neste contexto, há duas possibilidades: mudar radicalmente os sistemas construtivos empregados nos canteiros de obras no país ou partir para uma gestão eficiente da produtividade na execução dos serviços tradicionais de Construção Civil.

Em relação à primeira opção, há vários sistemas construtivos que estão sendo empregados na construção de habitações no país, como por exemplo, os sistemas de estruturas pré-fabricadas de concreto, alvenaria modulada, *steel frame*, painéis arquitetônicos de fachada e lajes planas.

No que diz respeito à segunda opção, constata-se a necessidade de estabelecer um acompanhamento na tomada de decisão para obter máxima eficiência com uma boa gestão da produtividade de uma determinada equipe de trabalho dentro de um processo contínuo, além do estabelecimento de parâmetros para o planejamento e controle dos recursos físicos nos canteiros de obras.

Neste sentido, foram realizados vários trabalhos voltados ao entendimento da produtividade da mão de obra na execução de diversos serviços de construção, dentre os quais se destacam os desenvolvidos por alguns pesquisadores (Souza, 1996; Araújo, 2005; Paliari, 2008). Tem-se detalhado o prognóstico da produtividade, como afirma Salim Neto (2009), estabelecendo o conhecimento dos níveis de produtividade da mão de obra associados aos seus respectivos fatores influenciadores e as possíveis causas de desperdício, como afirma também Matos (2011, p. 21):

Dentre os serviços apontados por Souza (2006) como os usualmente estudados encontram-se os de fôrmas; armação; concretagem; assentamento de alvenaria; revestimento interno com argamassa; contrapiso; revestimento de fachada com argamassa; revestimento interno de paredes; e revestimento com gesso; assim, são

exemplos de estudos sobre produtividade da mão de obra na execução dos serviços de fôrmas, armação concretagem e alvenaria, realizado por Araújo (2000); produtividade da mão de obra no serviço de alvenaria de Carraro (1998); no serviço de revestimento interno de paredes e pisos com placas cerâmicas, realizado por Librais (2001); revestimento interno de paredes e tetos em argamassa e em gesso realizado por Maeda (2002), dentre outros.

Mais recentemente, outros pesquisadores (Coelho, 2003; Araújo, 2005; Sousa, 2006; Paliari, 2008, Salim Neto, 2009; Matos, 2011) preencheram uma lacuna significativa enfatizando outros focos de estudos e outros serviços.

Tais trabalhos tiveram enfoques diferenciados: o diagnóstico apenas, o diagnóstico visando o prognóstico, o diagnóstico para subsidiar o dimensionamento da mão de obra e programação dos serviços, não cessando os estudos a respeito de produtividade da mão de obra, mas fazendo com que o foco principal seja, com base em tais indicadores, subsidiar decisões de gestão em todo sistema de organização do trabalho, orçamentação, operacionalização e planejamento, fazendo com que suas diretrizes sejam decisivas na incorporação de novas tecnologias industrializadas de sistemas construtivos racionalizados dentro do mercado nacional (MACHIARI, 2009).

Estudos ligados à gestão de recursos físicos nos canteiros de obras (materiais, mão de obra e equipamentos), com base nos princípios advindos do Modelo dos Fatores, tiveram como percussor, no país, o pesquisador, Professor Livre-docente Ubiraci Espinelli Lemes de Souza que, durante o programa de doutorado-sanduíche em 1993 na Pennsylvania State University, realizou sua tese de doutorado sobre produtividade da mão de obra no serviço e formas.

Retornando ao Brasil em 1996, voltou suas atividades no Departamento de Engenharia de Construção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (PCC-USP), efetuando várias ações (ministrou aulas, orientação de teses, entre outras) culminando, assim, com a sua tese de livre docência intitulada “*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*”.

Neste trabalho, Souza (2001) apresentou um método para estimar a produtividade da mão de obra dentro de limites de faixa de variação em função dos fatores influenciadores atuantes, que subsidiou o aprimoramento do manual de orçamentação “Tabela de Composições de Preço para Orçamento – TCPO”, especializada em indicadores de

produtividade da mão de obra e de consumo unitário de materiais dos serviços de construção no Brasil.

Em se tratando da orçamentação e planejamento de obras, o caminho normal consiste na utilização de manuais, cujas informações resultam da experiência acumulada ao longo de muitos anos. Sendo assim, o manual de orçamentação “Tabela de Composições de Preço para Orçamento – TCPO” tem a maior preferência dos profissionais ligados aos serviços de construção.

Entretanto, Souza (2001, p.3) salienta que:

No Brasil, um único manual detém a preferência da maioria dos estimadores, até porque os outros são, segundo colocações informais de pesquisadores da área, derivações daquele, isto é, da TCPO-10 – Tabelas de Composições de Preço para Orçamento, doravante denominada TCPO.

Confirma-se que, neste sentido, uma mudança de postura deveria ser tomada em relação aos dados postulados até então no manual; estes deveriam ser estudados e revistos, pois Souza (2001, p. 3) constatou o seguinte raciocínio: se ninguém mais conseguiu elaborar um manual para servir ao mercado, ou é porque o manual existente é muito bom, ou porque é muito difícil conseguir produzir algo do tipo, ou ambas as hipóteses são verdadeiras.

Souza (2001, p. 3) faz algumas críticas à TCPO, entre elas, “diz respeito a não se informar a metodologia adotada para geração e utilização das informações constantes do manual, o que diminui a confiança nas mesmas”.

Portanto, o autor apresenta uma metodologia para aumentar de forma significativa a confiabilidade no processo de previsão da produtividade contemplando a mão de obra e, respectivamente, o transporte de materiais, que podem representar, de acordo com a experiência do autor, mais de 30% do tempo disponível de trabalho (SOUZA, 2001).

Afirmando as premissas do autor não vimos, ao longo desses anos, uma linguagem padronizada entre os agentes desse processo para subsidiar melhor as decisões em conhecimentos já adquiridos ou até mesmo em uma ampliação de novas pesquisas para contribuir com o estudo.

Recentemente, o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices de Construção – SINAPI, utilizado para fins de orçamentação de obras Federais, encontra-se em revisão, abordando composições unitárias sobre produtividade da mão de obra, consumo de materiais

e eficiência de equipamentos, oriundas de levantamento em canteiros de obras de nove cidades do território nacional (FERREIRA, 2013).

Souza (2012) ressalta que, para uma melhor visualização dos indicadores, a avaliação da produtividade da mão de obra pode ser feita sob o aspecto financeiro ou sob o aspecto físico. No primeiro, o foco consiste em se conhecer o custo da mão de obra para executar uma unidade de serviço. Já a medição física levanta quantos homens-horas (Hh) são necessários para fazer a mesma unidade deste mesmo serviço. Assim, a produtividade dos recursos físicos, no caso, da mão de obra, assume um papel importante na composição final dos serviços de construção, uma vez que pode variar de uma obra para outra de uma mesma empresa.

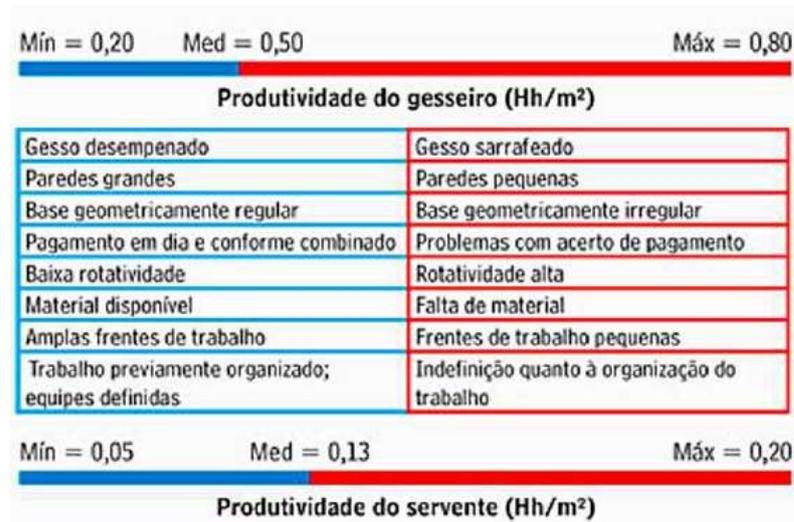
### **1.1.2 Avanço do conhecimento: estratificação da produtividade da mão de obra**

Segundo Araújo et. al. (2012), dentro das várias razões para atrasos da Indústria da Construção Civil nacional, destacam-se a falta de mão de obra qualificada, tecnologia ineficiente e projetos executivos pobres em detalhes. Com isso, enfatizam a necessidade do conhecimento da natureza de das atividades desenvolvidas pelo operário no tempo disponível de trabalho na execução dos serviços. Quando o profissional não está diretamente envolvido com sua tarefa, ele está realizando atividades complementares e/ou secundárias que não têm influência na tarefa. Independente do que sejam as atividades, todas as horas gastas, dessa forma, devem ser consideradas, pois ocupam parte do tempo que a equipe ou colaborador tem para realizar sua tarefa. (ARAÚJO et. al., 2012).

Os indicadores de produtividade da mão de obra apresentados nos trabalhos desenvolvidos até o momento representam o valor geral (global) da produtividade associado a um dia de trabalho ou ciclo de serviço, independentemente da natureza das atividades desenvolvidas pelos operários. Este indicador “fechado ou tradicional”, portanto, indica apenas um valor médio de produtividade, que pode não ser preciso e de difícil interpretação.

No caso específico para a produtividade da mão de obra do revestimento de gesso aplicado em pasta e argamassa em tetos e paredes internos de edificações, a edição da TCPO 13 (2008) apresenta uma faixa variável de valores de produtividade de mão de obra (Hh/m<sup>2</sup>) para os oficiais (gesseiro) e ajudantes (serventes) (Figura 2). A variação da faixa está associada aos fatores que levam a uma expectativa pior, ou melhor, quanto ao valor do indicador de produtividade.

**Figura 2. Faixa de valores de produtividade**



Fonte: TCPO 13, 2008.

Ao mesmo tempo, esse indicador não apresenta um valor de produtividade de acordo com um rastreamento ou fracionamento das horas disponíveis para realização das atividades, sem diferenciar qual sua natureza e tempo despendido.

Novos estudos desenvolvidos com o objetivo de obter melhorias na gestão foram desenvolvidos por iniciativa da empresa petrolífera brasileira em conjunto com UERJ e UFRJ. Neste caso, as atividades desenvolvidas pelos operários nas horas disponíveis para o trabalho são acompanhadas com objetivo de medir e avaliar os fatores que inibem a produtividade.

Apresenta-se, portanto, um modelo de gestão de produtividade da mão de obra com base na sua estratificação por meio do rastreamento dos esforços dos operários na execução de determinado serviço.

É com este intuito que se insere esta dissertação, na medida em que vem preencher uma lacuna do conhecimento quanto à sistematização de procedimentos para viabilizar a estratificação da produtividade da mão de obra, em particular, para o serviço de revestimento de gesso em pasta.

## 1.2 Questão de pesquisa

Quais os valores de produtividade da mão de obra na execução do revestimento de gesso em pasta, estratificados considerando a natureza das atividades classificadas por categoria de ocupação no tempo disponível de trabalho?

### 1.3 Objetivos

#### **Geral:**

Obter indicadores de produtividade da mão de obra estratificados de acordo com as categorias de ocupação dos operários das equipes envolvidas na execução do revestimento interno de paredes e tetos utilizando gesso em pasta.

#### **Específicos:**

- Identificar a categoria de ocupação principal mais significativa em termos de produtividade da mão de obra (RUP) na execução de revestimentos de gesso em pasta;
- Identificar, para cada categoria principal de ocupação, a representatividade das respectivas subcategorias de atividades com o intuito de se conhecer melhor as oportunidades de melhoria da eficiência na execução do revestimento de gesso em pasta.

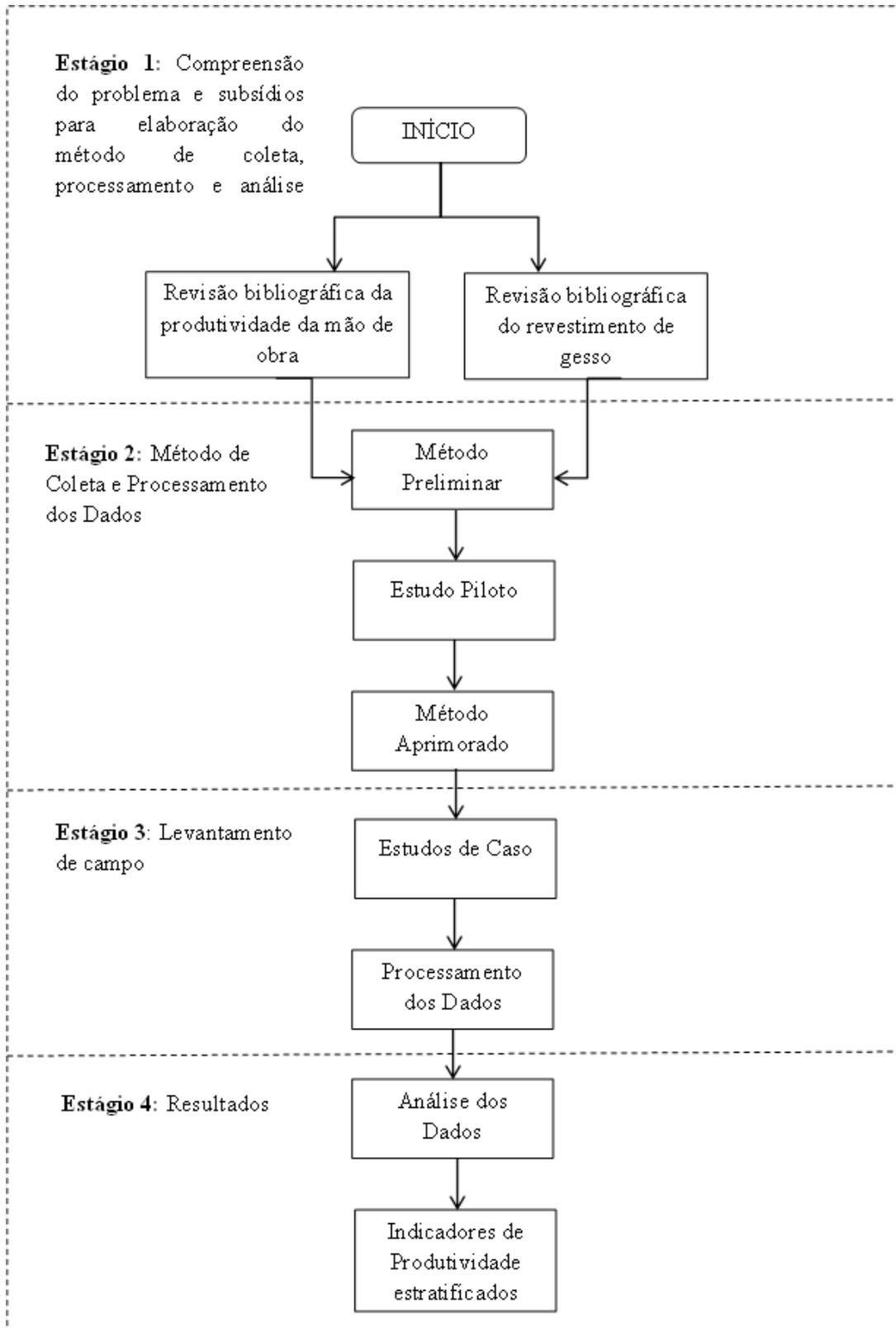
### 1.4 Método de pesquisa

O método de pesquisa é a maneira de como trilhar o caminho durante a pesquisa científica, de modo racional e sistêmico para proporcionar as soluções da questão de pesquisa e atingir o objetivo geral.

Neste trabalho o método de pesquisa consiste num levantamento de campo, no qual se obtém dados para o cálculo da produtividade da mão de obra de forma estratificada considerando as categorias de ocupação dos operários dentro do tempo disponível para o trabalho.

O delineamento da pesquisa é apresentado na Figura 3, na qual as etapas necessárias para a consecução dos objetivos propostos estão agrupadas em três estágios.

**Figura 3. Fluxograma contendo os estágios e etapas da pesquisa**



**Fonte: elaborada pela autora, 2014.**

O detalhamento dos estágios é feito na sequência:

- **Compreensão do problema e subsídios para elaboração do método de coleta, processamento e análise dos dados** – Neste estágio realizou-se laboriosa pesquisa nas bases de dados considerando os principais autores de trabalhos sobre os temas “produtividade da mão de obra” e “revestimento de gesso”.
- **Método de coleta e processamento dos dados** – Compreende a elaboração do método preliminar de coleta e processamentos dos dados de maneira a contemplar a hierarquia das categorias de ocupação das atividades do serviço de revestimento de gesso, seu aprimoramento, por meio de realização de um Estudo Piloto, resultando no método aprimorado.
- **Levantamento de Campo** – Consistiu no levantamento em campo dos dados utilizando o método aprimorado. Este levantamento foi realizado em cinco obras localizadas na cidade de São Carlos-SP.
- **Resultados** – Compreende o processamento e análise dos indicadores de produtividade da mão de obra estratificada obtidos por meio do levantamento de campo realizado.

## 1.5 Estrutura do trabalho

Além deste capítulo introdutório, este trabalho mais é composto por mais cinco capítulos:

- **CAPÍTULO 2:** são apresentados os conceitos e definições e relacionados ao gesso de construção civil no que diz respeito ao material e à execução do revestimento utilizando gesso em pasta;
- **CAPÍTULO 3:** são apresentados os conceitos e definições relacionados à produtividade no seu sentido amplo e restrito à mão de obra, com ênfase maior para a Indústria da Construção Civil, abordando os principais estudos nacionais e internacionais realizados; modelos para sua análise e indicadores.
- **CAPÍTULO 4:** é dedicado ao desenvolvimento do método de coleta e processamento de dados a ser aplicado no levantamento de campo.

- CAPÍTULO 5: é dedicado aos resultados obtidos, com a apresentação das principais características das empresas, os empreendimentos (as obras), serviços e equipes, como também os resultados e análise individual para cada estudo realizado.
- CAPÍTULO 6: são apresentadas as considerações finais sobre o trabalho realizado e sugestões para trabalhos futuros.

Também faz parte deste trabalho os seguintes Apêndices e Anexos, a saber:

- APÊNDICE A – Modelo da planilha das atividades por categoria de ocupação
- ANEXO A – Planta arquitetônica da Obra SC1
- ANEXO B – Planta arquitetônica da Obra SC2
- ANEXO C – Planta arquitetônica da Obra SC3
- ANEXO D – Planta arquitetônica da Obra SC4
- ANEXO E – Planta arquitetônica da Obra SC5

## 2. REVESTIMENTO DE GESSO

Este capítulo tem por finalidade abordar as principais características do gesso como material empregado em revestimentos de paredes e tetos, sob a forma de pasta, assim como o processo de execução de revestimentos de paredes e tetos utilizando este material.

### 2.1 Matéria-prima

A matéria-prima empregada na fabricação do gesso de construção civil é a gipsita, a qual é um mineral de sulfato de cálcio dihidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), encontrado em diversas regiões do mundo e que apresenta um amplo e diversificado campo de aplicações. O grande interesse pela gipsita é atribuído a uma característica peculiar que consiste na facilidade de desidratação e rehidratação. A gipsita perde 3/4 da água de cristalização durante o processo de calcinação do mineral, convertendo-se a um sulfato de cálcio hemidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ) que, quando misturado com água, pode ser moldado e trabalhado antes da ocorrência da reação que promove o endurecimento.

Essa reação ocorre com a mistura da água e o pó de gesso, e resulta em uma forma estável reidratada, com resistência mecânica adequada ao uso, podendo posteriormente ainda ser lixada e pintada, se necessário esse acabamento. A rehidratação é acompanhada por um aumento de temperatura e uma leve expansão da pasta de gesso, permitindo condições para um perfeito preenchimento das camadas na superfície.

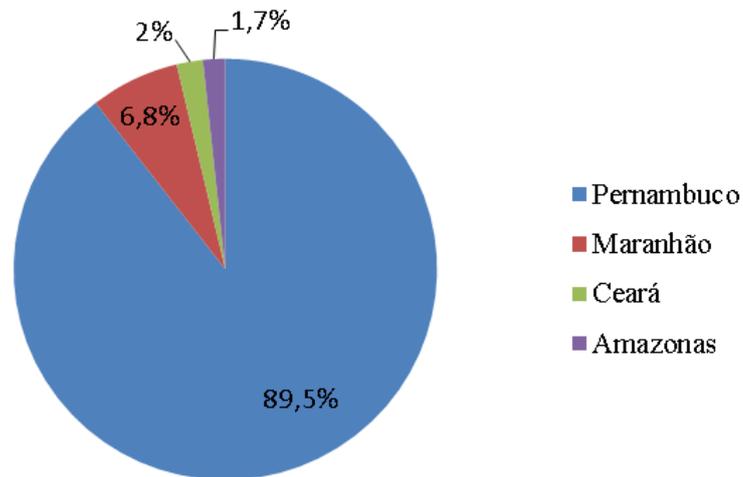
A quantidade de água adicionada vai influenciar na microestrutura do pó, pois na cristalização os cristais são favorecidos em seu crescimento pelo espaço disponível na suspensão, o que depende da relação água/gesso, afetando diretamente a resistência mecânica e, por consequência, o endurecimento da pasta. No decorrer do processo ocorre o seu aquecimento, pois o processo de rehidratação é exotérmico, o que provoca evaporação da água excedente, influenciando na porosidade do gesso. Quanto maior a quantidade de água retida, menor será a resistência mecânica.

A gipsita pode ser utilizada na forma natural ou calcinada. A forma natural é muito usada na agricultura e na indústria de cimento, enquanto que a forma calcinada, conhecida como gesso, pode ser utilizada tanto na construção civil como em outros setores. Na Indústria da Construção Civil, principalmente na pré-fabricação (acartonado) e revestimentos (paredes e tetos). Ainda, em outros setores, na moldagem (arte e indústria) e em outras aplicações, tais como hospitalar, ortopédico e dental.

Ressalta-se que os principais produtores mundiais de gipsita são a China, seguida por Estados Unidos, Brasil e Índia, tendo em suas reservas um número correspondente a 48 milhões de toneladas, o que representou 32% de toda a produção mundial em 2012. Na América do Sul, o Brasil se coloca entre os dez maiores produtores de gipsita do mundo, com aproximadamente 3,7 milhões de toneladas, o que representa 2,5% do total da produção mundial (AMORIM NETO; DANTAS, 2013).

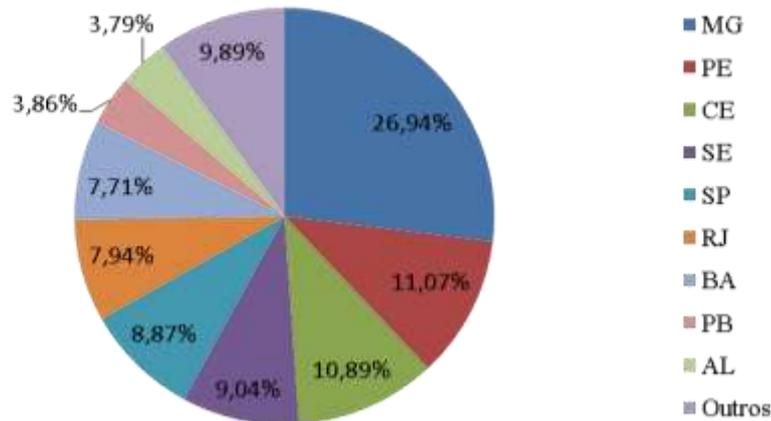
As reservas brasileiras da matéria-prima são consideradas uma das maiores do mundo. Seus depósitos estão localizados em rochas de bacias sedimentares, encontrados em grande escala, especificamente, nas regiões Nordeste e Norte, tendo como principais produtores os Estados de Pernambuco, Maranhão, Ceará e Amazonas (Figura 4).

**Figura 4. Distribuição da produção nacional da gipsita**



**Fonte: Amorim Neto; Dantas, 2013.**

O gesso obtido da extração da gipsita nestes Estados é consumido, em sua maioria, nos Estados da região nordeste e sudeste do país (Figura 5).

**Figura 5. Consumo de gipsita por extração**

**Fonte: J. MENDO CONSULTORIA, 2009.**

Geograficamente existem outras reservas brasileiras nas regiões Sul e Sudeste, com bacias de rochas sedimentares de gipsita.

Nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, se dispõem ainda do fosfogesso ou gesso químico, oriundo de processos industriais na forma de subproduto.

Esse material é utilizado pelas fábricas de cimento e como gesso agrícola, onde não existe produção de gipsita.

O gesso pode ser, então, considerado como um material com bom potencial no mercado da Construção Civil Brasileira, a partir de sua disponibilidade, produtos e aplicações possíveis, facilidades na obtenção e aplicação, preço competitivo e durabilidade. Esses quesitos vêm sendo observados ao longo do tempo na Indústria da Construção Civil.

## 2.2 Gesso de construção civil

O gesso é a denominação comercial atribuída ao pó de sulfato de cálcio hemidratado, utilizado, em grande escala, na Indústria da Construção Civil. É classificado como um aglomerante aéreo. Sendo um material de elevada sensibilidade à exposição de umidade, geralmente não resiste à exposição à água.

Segundo a NBR 13207 (ABNT, 1994, p.1), o termo “*gesso de construção*” é definido como o “material moído em forma de pó, obtido da calcinação da gipsita, constituído predominantemente de sulfato de cálcio, podendo conter aditivos controladores de pega”.

Para Antunes (1999, p. 11) o gesso consiste num:

Material pulverulento, constituído predominantemente de hemidrato ou de uma mistura de sulfatos (hemidrato, anidrita ou gipsita), um baixo valor percentual de água livre e substâncias consideradas como impurezas: carbonato de cálcio e de magnésio, argilo-minerais e de sais solúveis.

Para Bauer (2001), o gesso de construção ou, simplesmente gesso, é um aglomerante não hidráulico e aéreo, de origem mineral, obtido pela calcinação (aquecimento) da gipsita em temperaturas em torno de 150°C.

Segundo Hincapié; Cincotto, (1997, p1) para o gesso de construção:

[...] o produto calcinado (gesso comercial ou mistura de hemidrato e anidrita) e, o material endurecido (sulfato de cálcio dihidratado) normalmente pode ser assim interpretado quando é misturado com água suficiente, forma uma pasta homogênea, consistente e trabalhável, que após poucos minutos, apresenta uma perda de consistência, ganhando viscosidade, porém, com o endurecimento, a pasta passa a ter resistência. [...]

É importante lembrar que o gesso de construção nacional é classificado de acordo com sua granulometria (fino ou grosso), sua utilização (fundição ou revestimento) e seu tempo de pega (rápido ou lento) conforme as prescrições normativas da NBR 13207/1994.

### 2.2.1 Comercialização do gesso de construção civil

A comercialização do gesso no mercado Brasileiro depende da sua aplicação. Existem critérios que devem ser rigorosamente seguidos, entre eles, a composição, que vai depender da destinação de sua aplicação, constando da formulação de teores controlados de cada um desses sulfatos e da finura.

John e Cincotto (2007, p. 728) relatam a composição teórica desses sulfatos (Quadro 1), merecendo destaque para o teor de água combinada, diferenciando-se as massas moleculares e os teores respectivos de cada um dos constituintes, permanecendo constante a relação CaO/SO<sub>3</sub> na composição do produto comercial.

**Quadro 1. Composição teórica dos sulfatos**

Sulfato	Fórmula	Massa molecular (g)	Composição (%)			Relação CaO/SO <sub>3</sub>
			H <sub>2</sub> O	CaO	SO <sub>3</sub>	
Anidrita	CaSO <sub>4</sub>	136,14	0	41,19	58,81	0,7
Hemidrato	CaSO <sub>4</sub> .0,5H <sub>2</sub> O	145,15	6,20	38,63	55,15	0,7
	CaSO <sub>4</sub> .0,66H <sub>2</sub> O	148,02	8,03	37,88	54,08	0,7
Dihidrato	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	172,17	20,99	32,57	46,50	0,7

Fonte: JONH; CINCOTTO, 2007.

As diferentes fases do sulfato vão ser determinantes para a composição típica de diferentes gessos brasileiros que, em função de sua moagem e conseqüente granulometria, poderão ser utilizados na Indústria da Construção.

Na Construção Civil, o gesso fornecido para uso e aplicação de acordo com o Quadro 1 é o hemidrato com a fórmula  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ , utilizado para o revestimento interno em pasta de paredes e tetos, comercialmente encontrados no mercado em sacos de 40 kg na forma de um pó branco de elevada finura, cuja massa unitária varia de  $0,70 \text{ g/cm}^3$  a  $1,00 \text{ g/cm}^3$  e massa específica cerca de  $2,7 \text{ g/cm}^3$ .

### 2.2.2 Prescrições normativas do gesso de construção civil

A utilização do gesso para a Construção Civil é regulamentada conforme a NBR 13207 (ABNT, 1994), que exprime as exigências químicas, físicas e mecânicas, além de indicar as normas pertinentes aos métodos de ensaio utilizados no Brasil.

De acordo com esta norma, o gesso brasileiro pode ser classificado como um revestimento ou de fundição. Este último é aplicado na produção de elementos e componentes de construção. Para ambos, como principais requisitos, devem ter valores de tempo de pega e do módulo de finura adequados ao uso. No Quadro 2 relata-se as exigências físicas.

**Quadro 2. Exigências físicas do gesso para construção civil**

Classificação do gesso	Tempo de pega (min) (NBR 12128/1991)		Módulo de finura (NBR 12127/1991)
	Início	Fim	
Gesso fino para revestimento	>10	>45	<1,10
Gesso grosso para revestimento	>10	<45	>1,10
Gesso fino para fundição	4 – 10	20 – 45	<1,10
Gesso grosso para fundição	4 – 10	20 – 45	>1,10

**Fonte: ABNT, 1994.**

Conforme a NBR 13207 (ABNT, 1994) - Gesso para construção civil - Especificação, as exigências mecânicas e químicas do gesso para construção são as mesmas para todos os tipos, e os valores são mostrados nos Quadros 3 e 4.

**Quadro 3. Exigências físicas e mecânicas do gesso para construção civil**

Propriedades	Unidade	Limites
Resistência à compressão (NBR 12129/1991)	MPa	> 8,4
Dureza (NBR 12129/1991)	N/mm <sup>2</sup>	> 30,0
Massa Unitária (NBR12127/1991)	Kg/m <sup>3</sup>	> 700,0

**Fonte: ABNT, 1994.**

**Quadro 4. Exigências químicas do gesso para construção civil**

Determinações	Limites (%)
Água livre	Máximo: 1,3
Água de cristalização	4,2 a 6,2
Óxido de cálcio	mínimo: 38,0
Anidrido sulfúrico	mínimo: 53,0

**Fonte: ABNT, 1994.**

A avaliação das propriedades para o gesso de construção, como as propriedades físicas do pó (Granulometria, Massa unitária e Módulo de finura), as propriedades físicas da pasta (Consistência normal e Tempo de pega), as propriedades mecânicas (Dureza e Resistência à compressão) e químicas (teor de água livre, água de cristalização, óxidos de cálcio e anidro sulfúrico) e os seus respectivos métodos de ensaio estão estabelecidos nas normas a seguir:

- NBR 12127 (ABNT, 1991) – Gesso para construção – Determinação das propriedades físicas do pó - Método de ensaio;
- NBR 12128 (ABNT, 1991) – Gesso para construção – Determinação das propriedades físicas da pasta – Método de ensaio;
- NBR 12129 (ABNT, 1991) – Gesso para construção – Determinação das propriedades mecânicas – Método de ensaio;
- NBR 12130 (ABNT, 1991) – Gesso para construção – Determinação de água livre e de cristalização e teores de óxido de cálcio e anidrido sulfúrico – Método de ensaio.

Para os revestimentos, de maneira geral, as normas classificam o gesso de acordo com vários critérios. As principais classificações dos revestimentos são relativas à condição de exposição, ao plano de aplicação e ao material constituinte que estão prescritos a seguir:

- NBR 13529 (ABNT, 2013) – Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Terminologia.

- NBR 13867 (ABNT, 1997) – Revestimento interno de paredes e tetos com pasta de gesso – Materiais, preparo, aplicação e acabamento.

Essas normas sistematizam a metodologia da terminologia e abordam procedimentos com respeito às condições gerais e específicas das propriedades do revestimento de argamassas inorgânicas e pasta de gesso.

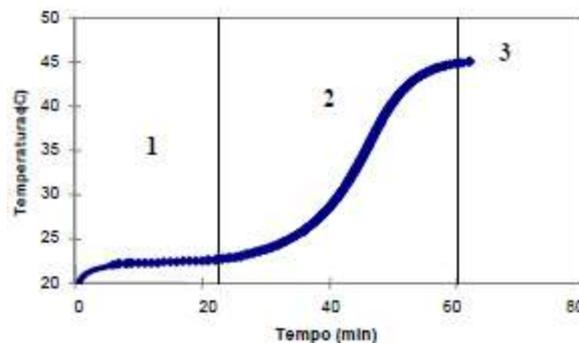
### 2.2.3 Hidratação do gesso

O gesso em pó, misturado com a água, começa a endurecer em razão da formação de uma malha imbricada (em escamas), pela hidratação dos finos cristais de sulfato hidratado na sua composição, ocorrendo uma reação química entre o material anidro existente e a água, regenerando o dihidrato.

O gesso foi o primeiro dos aglomerantes a ser estudado cientificamente, com trabalhos publicados sobre sua hidratação: Lavoisier (1798), seguido por Le Chatelier (1887). Mais recentemente, utilizando teoria da cristalização, Clifton (1973) constatou que o mecanismo de hidratação do gesso é a dissolução do hemidrato e a precipitação do dihidrato (ANTUNES; JOHN, 2000).

O mecanismo de hidratação do gesso, conforme Hincapié (1997), Antunes (1999a), John; Cincotto (2007) é o da dissolução-precipitação (Figura 6). Ao entrar em contato com água, o gesso dissolve-se, dando origem a uma solução que atinge a saturação e precipita-se, estabelecendo-se três fases no mecanismo de hidratação: etapa 1, o período de indução; etapa 2, grande hidratação (tempo útil estimado) e etapa 3, quando acontece a conclusão.

**Figura 6. Curva de hidratação de uma pasta de gesso**



**Fonte: ANTUNES; JOHN, 2000.**

O gesso em pó, misturado com água (Figura 7) suficiente para formar uma pasta homogênea, após alguns minutos, torna-se consistente e trabalhável. Esta relação água/gesso (a/g) é o parâmetro de maior influência na cinética da reação de hidratação e,

consequentemente, na pega do gesso, ou seja, no mecanismo que finaliza na obtenção da resistência mecânica.

**Figura 7. Gesso misturado com água**



**Fonte: elaborado pela autora, 2014.**

#### **2.2.4 Pega e endurecimento do gesso**

A pega e o endurecimento do gesso hemidrato homogeneizado com água é consequência da hidratação. Após a hidratação em condição de temperatura ambiente, e na ausência de aditivos controladores retardadores, a maior parte da hidratação é finalizada em até duas horas, dependendo das velocidades das reações de cada fase desses sulfatos. Geralmente, em ordem decrescente, indo da mais rápida a mais lenta: anidrita III, hemidrato, anidrita II e anidrita I. O fenômeno físico de pega é descrito por Antunes (1999a, p. 14):

O início da reação corresponde à formação de núcleos de cristais de gipsita que crescem durante o período de indução. Após esse período, os cristais de dihidrato começam a precipitar ocasionando um aumento na consistência da pasta conhecido como *início da pega*. Com o aumento da taxa da reação de hidratação a pasta vai adquirindo cada vez mais resistência mecânica até o seu completo endurecimento, diz-se então que se deu o *fim da pega*.

Portanto, com a reação de hidratação, a pasta vai ganhando resistência, reduzindo o volume de água líquida que se combina com os anidros, e formando o sulfato de cálcio hidratado em volume superior ao volume dos sólidos originais. As partículas ficam progressivamente mais próximas e se aglomeram, fazendo com que a viscosidade aparente da pasta aumente. A pega e o endurecimento são afetados por diferentes fatores, como origem geológica da matéria prima, impurezas, finura e forma dos grãos, relação água/gesso, temperatura da água, velocidade e tempo da mistura e aditivos (JONH; CINCOTTO, 2007).

Vale ressaltar que os teores de impurezas presentes no preparo da pasta aceleram a pega, por atuarem como núcleos de cristalização na matéria-prima, que pode afetar as propriedades do gesso. No Brasil essa possibilidade é muito pequena, pois o minério natural tem elevado grau de pureza, por ser de origem de rochas sedimentares, podendo, entretanto, algumas espécies químicas, estarem presentes e aumentar o tempo de hidratação.

### 2.2.5 Aditivos controladores de pega de gesso

Na preparação da pasta de gesso, iniciando com a colocação da água e depois o sulfato de cálcio hemidratado, a relação existente entre água/gesso (a/g) é um dos parâmetros de maior influência na hidratação da pasta. Tanto essa influência como outras que estão presentes neste processo (temperatura da água, matéria-prima e as condições de produção do gesso) e, conseqüentemente, na consistência da pasta de gesso, na pega e o endurecimento, e os aditivos controladores de pega, aceleram ou retardam o processo.

A tipologia da espécie química dos aditivos controladores exerce funções distintas, pois os aceleradores aumentam a velocidade de hidratação, enquanto que os retardadores atrasam a reação, ocorrendo, conseqüentemente, um avanço ou retardo no tempo de pega. Os retardadores dividem-se em dois grupos básicos: os que ampliam o período de indução e os que interferem na cinética da formação da microestrutura do dihidrato (ANTUNES, 1999a).

Os aditivos retardadores de pega são produtos orgânicos ou inorgânicos que, adicionados em pequenas quantidades (<10%) à água de amassamento ou ao pó de gesso, atuam com a finalidade de retardar o tempo de pega das pastas. Os retardadores orgânicos, comumente empregados, são os ácidos carboxílicos, caracterizados por terem o grupo funcional – COOH, formado a partir da oxidação dos álcoois, como também as proteínas são retardadores orgânicos. No grupo dos produtos inorgânicos, os mais comuns são os fosfatos e os boratos.

Segundo Trovão (2012, p. 53), os aditivos retardadores são divididos em dois grupos básicos: os que ampliam o período de indução e os que interferem na cinética da formação da microestrutura do dihidrato. (HINCAPIÉ, 1997 *apud* ANTUNES, 1999a). De acordo com John; Cincotto (2007, p. 746) os aditivos retardadores são agrupados em três categorias conforme o seu modo de atuação:

- No primeiro grupo estão as espécies químicas que **diminuem a velocidade de dissolução** do hemidrato por introduzirem íons na solução, retardando a saturação, com isso prologando a indução. As espécies químicas são ácidos fracos como ácidos

cítricos, fórmico, acético, láctico e seus sais alcalinos, como os citratos, acetatos e lactatos. Há também o ácido bórico, ácido fosfórico, glicerina, álcool, éter, acetona e açúcar.

- No segundo grupo estão as espécies químicas que, adicionadas ao gesso, geram reações complexas, resultando produtos pouco solúveis ou insolúveis em torno dos cristais de dihidrato, e **retardam o crescimento** dos cristais para posterior precipitação. Pertencem a esse grupo os: boratos, fosfatos, carbonatos e silicatos alcalinos.
- No terceiro grupo estão os produtos orgânicos, como as proteínas degradadas e alguns colóides, formando um gel em volta do grão de hemidrato, impermeabilizando-o temporariamente, **retardando a solubilização e a cristalização** do hemidrato. Pertencem a esse grupo a queratina, gelatina, pepsina, peptona, albumina, alginatos proteínas hidrolisadas, aminoácidos e formadeidos condensados.

No entanto, a influência dos aditivos retardadores nas propriedades da pasta de gesso, em relação à diminuição das propriedades mecânicas, depende diretamente da porosidade e de sua microestrutura, as quais, por sua vez, são controladas pela relação água/gesso. É necessário que se escolha o aditivo e a dosagem para permitir alterar o tempo de manuseio, sem prejudicar as propriedades mecânicas adequadas ao uso.

## 2.3 Revestimento de gesso em pasta

### 2.3.1 Considerações iniciais

Sobre o revestimento de gesso, Antunes (1999a, p.2) destaca:

[...] endurecimento rápido, o que proporciona rapidez na execução dos serviços, ou seja, elevada produtividade, propriedades mecânicas compatíveis com os esforços atuantes, principalmente a boa aderência aos substratos minerais e metálicos, que lhe conferem bom desempenho durante o uso; ausência de retração por secagem, diminuindo o risco de fissuração nas primeiras idades; excelente acabamento superficial que pode dispensar a utilização de acabamento final; entre outras. [...]

Essas características fizeram com que seu emprego fosse basicamente conceituado nos dois grupos básicos já conhecidos: para fundição e para revestimento.

Nos últimos anos o gesso tem sido considerado revestimento de baixo custo e com elevada produtividade quando aplicado em pasta. A grande disponibilidade de matéria-prima

nas jazidas nacionais tem sido fator que também contribui amplamente para as características descritas por Maeda (2002, p.50):

Entre tais características, vários autores [CINCOTTO et al., 1995; HINCAPIÉ et al., 1996a; AGOPYAN (1989); ANTUNES, 1999 (a)] destacam: o rápido endurecimento da pasta ou argamassa de gesso, possibilitando agilidade na execução do revestimento; boa capacidade de aderência ao substrato ou base do revestimento; plasticidade do material; lisura da superfície endurecida e sua estabilidade volumétrica; ausência de retração por secagem, minimizando os riscos de fissuração nas primeiras idades; e um bom acabamento superficial, dispensando o uso de outro material de acabamento.

Contudo, alguns aspectos desfavoráveis quanto à utilização do revestimento em gesso foram destacados por HINCAPIÉ et al. (1996a), quais sejam: dificultam a fixação de dispositivos de carga suspensa nas paredes, devido à sua espessura reduzida (de 0,5 cm a 1,0 cm em média); ocorre reação do gesso com o cimento em contato com a água e, por isso, deve-se ter um cuidado redobrado quando da sua aplicação sobre bases cimentícias; o gesso, em contato com a água, possibilita o aparecimento de bolor, principalmente em locais pouco ventilados ou iluminados; a pasta ou a argamassa fresca de gesso reagem com peças de aço-carbono comum, provocando corrosão nas peças e manchas no revestimento.

Desta forma, é inegável o crescimento da aplicação do gesso para revestimento no mercado brasileiro; porém, mesmo com suas características favoráveis, o gesso ainda encontra resistência quanto ao seu uso como revestimento em edificações, pois tradicionalmente são utilizadas argamassas inorgânicas para revestir paredes e tetos. Os aglomerantes inorgânicos como insumo dessas argamassas são o cimento e a cal sendo o gesso um concorrente (DIAS; CINCOTTO, 1995).

A utilização do gesso como revestimento tem um poder atrativo no que diz respeito à minimização do consumo de recursos físicos, sobre diversos aspectos. Quando aplicados na forma de pasta, oferece uma superfície branca, que facilmente é coberta por pintura e acabamento liso, dispensando a massa corrida, necessária quando a tinta é aplicada sobre base de argamassa. O gesso se hidrata rapidamente, encurtando o tempo de aplicação e o acabamento com a pintura permitindo reduzir custos e prazos na entrega de obras.

Além disso, o revestimento de gesso pode ser aplicado manualmente pelos profissionais ou mecanicamente por equipamento específico (aplicação projetada).

Por outro lado, embora apresente certas vantagens, a execução de revestimentos de gesso em pasta apresenta diferentes formas de preparação e, para cada local da obra, quantidade de resíduos variável, por vezes significativa, devido à alta velocidade de endurecimento.

Nos últimos anos, vem crescendo o interesse pelo uso desse resíduo como revestimento de vedação interna. Entretanto, não existe um conhecimento consolidado sobre a tecnologia de aproveitamento, bem como de seu comportamento (TAVARES et. al., 2010).

Recentemente, a Resolução do CONAMA n° 307/2002 que classificava, no artigo 3°, os resíduos da construção civil em classes de “A” à “D”, de acordo com a potencialidade de reutilização, teve a partir da Resolução CONAMA n° 431/2011 um novo enquadramento para o gesso que passou a enquadrar na lista da Classe B – que são resíduos recicláveis para outras destinações, como exemplo: plástico, papel, papelão, metais, vidros e madeiras (TROVÃO, 2012).

### **2.3.2 Definição**

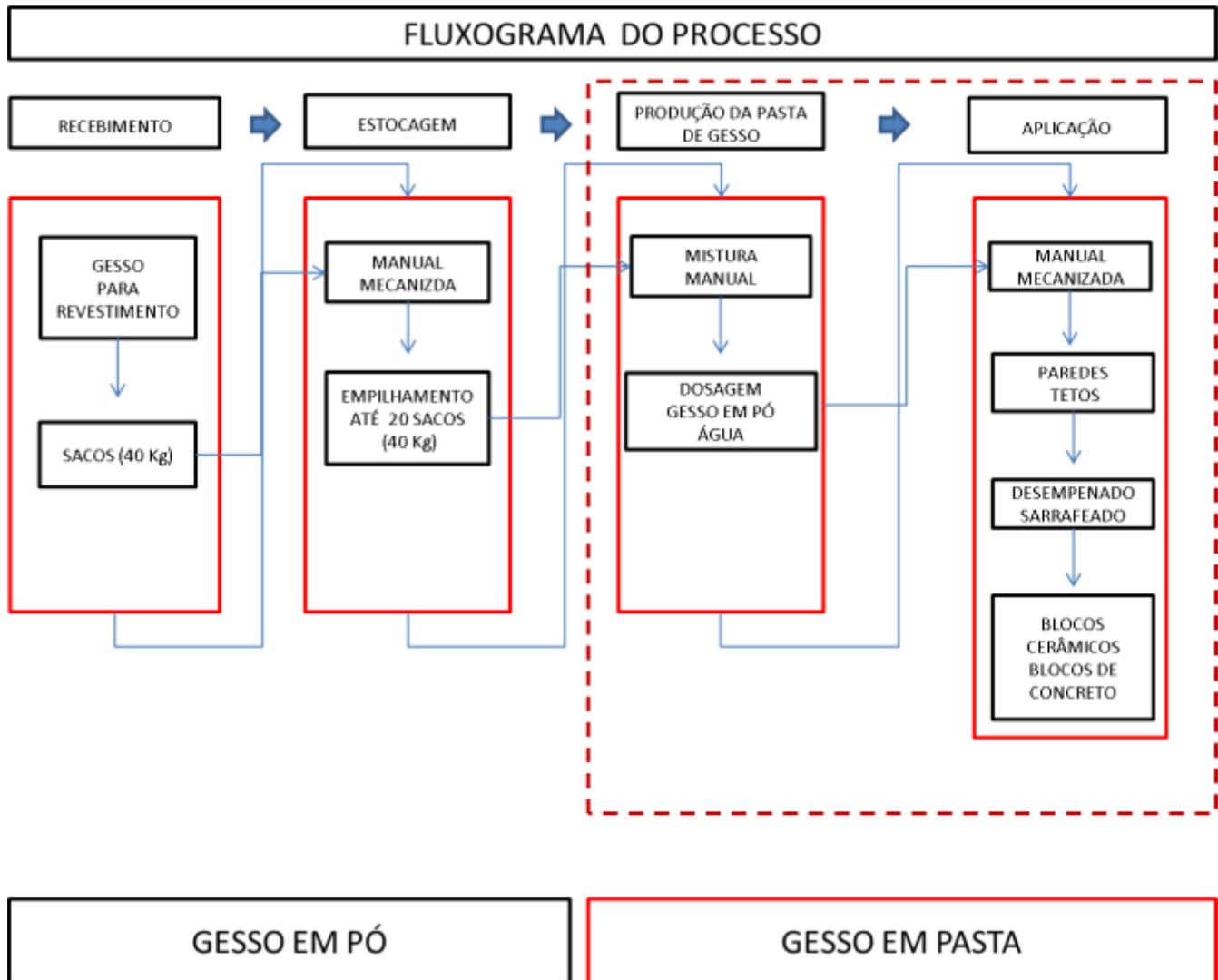
O revestimento de pasta de gesso é definido, segundo a NBR 13867 (ABNT, 1997, p.1), uma mistura pastosa de gesso e água, possuindo capacidade de aderência e endurecimento.

A pasta de gesso para revestimento interno pode ser aplicado em vários tipos de substratos em uma mesma edificação. Por exemplo, pode-se revestir a estrutura de concreto armado e alvenarias constituídas por componentes de diferentes materiais como, blocos cerâmicos ou de de concreto.

### **2.3.3 Execução do revestimento em pasta de gesso**

O processo de execução do revestimento em pasta de gesso segue o estabelecido nas normas NBR 13867 (ABNT, 1997) e NBR 13207 (ABNT, 1994), que detalham os cuidados com a conservação e manuseio do produto. No canteiro de obras, o gesso passa pelas etapas de recebimento e estocagem da matéria-prima, da produção e execução da pasta e aplicação no revestimento interno em paredes e tetos com o acabamento desempenado o sarrafeado, como representado no fluxograma na Figura 8.

**Figura 8. Fluxograma do gesso em pasta (etapas de execução)**



Fonte: elaborada pela autora, 2014.

### 2.3.3.1 Recebimento

No recebimento do gesso, devem ser seguidas as recomendações e prescrições da NBR 13207 (ABNT, 1994 p.1), que estabelece as condições gerais no item que se refere à embalagem, marcação e entrega:

- O gesso deve ser entregue em sacos de papel com várias folhas, suficientemente fortes para evitar rupturas durante o manuseio, e com a condição de que possam ser fechados logo após o enchimento;
- Quando o gesso é entregue em sacos, este devem ter imprimido, de forma visível, em cada extremidade o tipo correspondente (gesso para fundição, gesso para revestimento) e no centro o nome e a marca do fabricante;

- Os sacos devem conter, como massa líquida, 40 kg de gesso, e devem estar perfeitos na ocasião de inspeção e recebimento.

No canteiro de obras, o gesso como matéria-prima em pó é recebido conforme as prescrições descritas anteriormente, sendo acondicionado em saco de papel, contendo cerca de 40 kg, tendo sua destinação para uso comercial gesso para revestimento.

Ainda, como ilustra a Figura 9, o equipamento de transporte utilizado para a movimentação dos sacos de gesso do térreo aos pavimentos superiores, normalmente, é o guincho, que dependendo de sua capacidade de carga, transporta de 8 a 12 sacos.

O recebimento deve ser realizado de acordo com as especificações de norma. Essas especificações gerais são: lote de fabricação e a ausência de sacos danificados ou rasgados. Para assegurar a qualidade do material, devem ser realizados ensaios de controle, como expressos pelas normas NBR 12127 (ABNT, 1991), NBR 12128 (ABNT, 1991), NBR 12129 (ABNT, 1991) e NBR 12130 (ABNT, 1991), por exemplo: tempo de pega. Esses procedimentos podem assegurar a qualidade conforme a NBR 13207 (ABNT, 1994).

**Figura 9. Transporte do gesso para os pavimentos superiores**



a) Descarregamento no pavimento



b) Carregamento do térreo ao pavimento

**Fonte: elaborado pela autora, 2014.**

### 2.3.3.2 Estocagem

As prescrições normativas na NBR 13207 (ABNT, 1994 p.2) estabelecem:

- Os sacos de gesso devem ser armazenados em locais secos e protegidos, para preservação da qualidade, e de fácil acesso à inspeção e identificação de cada lote;
- As pilhas devem ser colocadas sobre estrados e não devem conter mais de 20 sacos superpostos.

O armazenamento e estocagem no canteiro de obras devem atender aos requisitos mínimos exigidos para a manutenção da qualidade dos sacos de gesso para revestimento.

Conforme a Figura 10, devem ser acondicionados em locais secos, sobre estrado de madeira para evitar a umidade. Além disso, um empilhamento deve ser de até 20 sacos sobrepostos.

Na maioria das vezes, a estocagem do material é realizada nas proximidades da aplicação para evitar maior tempo despendido de mão de obra para realizar o transporte do material até o local de preparação, dosagem, mistura e aplicação.

**Figura 10. Estocagem dos sacos de gesso**



Formas de estocagem dos sacos de gesso no pavimento

**Fonte: elaborado pela autora, 2014.**

### 2.3.3.3 Produção da pasta de gesso

A produção da pasta de gesso é função da reologia adequada para a aplicação sobre o substrato da base e do tempo útil requerido para execução. O tempo útil é o intervalo em que a reologia é mantida. Dias; Cincotto (1995, p. 7) definem que são três os tempos relacionados à produção de pasta de gesso, como segue:

- a) **Tempo de preparo** é o tempo gasto para produzir a pasta, onde são computados os tempos gastos com limpeza da caixa de mistura, com o polvilhamento do pó de gesso na água e o tempo de espera até que a pasta atinja a trabalhabilidade requerida para ser aplicada;
- b) **Tempo útil de trabalho** é o tempo que o gesso tem para aplicação da pasta sobre a superfície a ser revestida, e é quando o gesso manuseia a pasta de gesso na trabalhabilidade requerida;
- c) **Tempo de acabamento** é quando a pasta de gesso que sobrou na caixa de mistura e que já está sem trabalhabilidade, mas ainda não está totalmente endurecida, servindo para fazer pequenos arremates e acabamentos na superfície.

Neste contexto, Antunes (1999a, p. 25) define o intervalo de tempo decorrido entre o contato do pó e a água e o momento em que a pasta atinge a consistência adequada à aplicação:

[...] ao contrário do que acontece com argamassas tradicionais, logo após a mistura é impossível, no processo manual, a utilização da pasta de gesso com relações

água/gesso de obra. É necessário que se observe um tempo de espera até que a pasta atinja a consistência adequada à aplicação (DIAS, 1994; HINCAPIÉ et. al., 1996b; ANTUNES et. al., 1999b).

Usualmente, a preparação, dosagem e mistura manual da pasta de gesso ficam sob a responsabilidade do gesseiro que, com base em sua experiência, define o teor de água da mistura (relação água/gesso) de acordo com a área de aplicação, pois os tempos de preparação da pasta (10 a 20 minutos) e o de aplicação são muito pequenos, devido ao rápido endurecimento da pasta (20 a 40 minutos), fazendo com que a aplicação fique em função deste período de tempo.

A preparação da pasta é realizada em recipiente de PVC (policloreto de polivinila) de dimensões variadas, dependendo do volume desejado ou da experiência do gesseiro em trabalhar com um recipiente de dimensão volumétrica conhecida, de maneira a obter uma melhor dosagem da pasta de gesso (relação à água/gesso). Na Figura 11 descreve-se a sequência de preparação da pasta de gesso: colocação da água e, em seguida, o polvilhamento do gesso sobre a água. Dias; Cincotto (1995, p. 7) mencionam essa técnica de mistura desse aglomerante: “as misturas são preparadas por polvilhamento, isto é, o gesso é salpicado sobre a superfície da água, até que não seja perceptível o filme de água sobre a mistura”.

**Figura 11. Sequência da preparação do gesso em pasta**



**Fonte: elaborado pela autora, 2014.**

#### **2.3.3.4 Preparação da base**

Antes da execução, o gesseiro limpa a superfície a ser revestida (Figura 12), verificando se existe qualquer substância, umidade, eflorescências ou outros materiais soltos. A superfície precisa estar limpa e áspera a fim de que se consiga a adequada aderência do revestimento de gesso.

**Figura 12. Preparação da base**



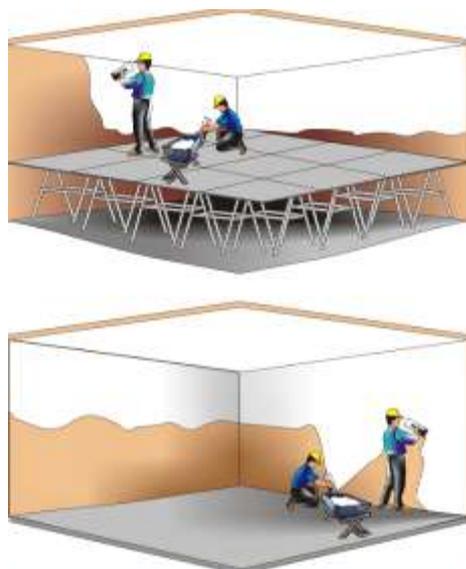
**Fonte: elaborado pela autora, 2014.**

### 2.3.3.5 Aplicação da pasta de gesso

O revestimento de gesso em pasta é executado manualmente. Sua aplicação é feita em recobrimento de tetos e paredes, em uma ou mais camadas sobrepostas, com um acabamento desempenado (liso e homogêneo). Tais camadas são de pequena espessura (cerca de 3 mm a 5 mm), dependendo das condições do substrato da camada de base.

Comercialmente, para revestimento de gesso em pasta em tetos e paredes é usualmente aplicado o gesso fino para revestimento (gesso comum) manualmente, em camadas de acabamento. A Figura 13 ilustra a sequência de aplicação do revestimento de gesso em pasta.

**Figura 13. Aplicação do revestimento de gesso em pasta**



**Fonte: elaborada pela autora, 2014.**

Deve-se realizar uma verificação da base (substrato) a ser revestida com o revestimento do gesso em pasta como descrevem HINCAPIÉ et. al. (1996b) apud Maeda (2002, p. 54):

[...]conferência das instalações embutidas nos planos a serem revestidos, quanto ao seu correto posicionamento e estanqueidade; eliminação de fontes de umidade em paredes e tetos que receberão a aplicação de gesso; inspeção e acerto de superfícies quanto à existência de pontas de ferro, pregos, resíduos de fôrma, rebarbas de concreto ou argamassa; uso de tratamentos anti-corrosivos em situações de exposição de aço ao revestimento; uso de chapisco em bases com pouca capacidade de aderência ao gesso (concreto, por exemplo).

Tais procedimentos são necessários para se evitar diversas patologias que podem surgir nos revestimentos de gesso em pasta em virtude do tipo e qualidade do gesso utilizado, da má mistura das pastas, da má aplicação e de fatores externos ao revestimento. Para se conseguir um revestimento de boa qualidade é preciso se preocupar com a planeza, prumo e nível do substrato, bem como as características da pasta fresca e da habilidade do profissional (DE MILITO, 2001).

### 2.3.3.6 Execução manual do revestimento de gesso

Após o preparo da pasta de gesso, o profissional deve aplicar sucessivamente a pasta em camadas para o devido preenchimento ou enchimento da superfície da camada, denominada de *camada de espalhamento*, com uma desempenadeira de PVC. De Milito (2001, p. 86) faz uma descrição sobre este procedimento:

[...] Para a execução de uma *camada de espalhamento* divide-se o substrato em faixas de espalhamento com aproximadamente a mesma largura da desempenadeira de PVC. Cada faixa é iniciada com uma pequena sobreposição à precedente. Concluída a execução de uma *camada de espalhamento*, e tendo revestido todas as faixas em uma direção, o gesseiro inicia à camada seguinte, aplicando a pasta de gesso em faixas perpendiculares às primeiras (*camadas cruzadas*).

Continuando a camada de revestimento, e antes que a pega esteja muito avançada, o profissional utiliza uma régua de alumínio para retirar ou “cortar” os excessos grosseiros da pasta de gesso na superfície, deixando a mesma com um aspecto regular, que logo após um período de tempo receberá os retoques, raspagens e a camada de *acabamento final* (*camada de queima*). De Milito (2001, p. 87) esclarece que o procedimento de retoques finais e a *camada de acabamento* são executados utilizando a colher de pedreiro e a desempenadeira de aço, ficando o acabamento liso e brilhante.

No entanto, segundo a NBR 13867 (ABNT, 1997), existem dois tipos de acabamentos na superfície: o desempenado e o sarrafeado. O acabamento desempenado é obtido utilizando-se apenas a desempenadeira, sem uso de guias mestras que garantam a planicidade e o prumo dos ambientes. Já o acabamento sarrafeado ocorre quando são utilizadas mestras como guia para execução. Na Figura 14 ilustra-se a execução do revestimento de gesso desempenado.

**Figura 14. Sequência de aplicação do revestimento em pasta – acabamento desempenado**



**Fonte: elaborado pela autora, 2014.**

Assim, aplicação de pasta de gesso liso com acabamento desempenado normalmente se inicia pelo o teto e respectivamente pela parte superior das paredes e, em seguida, a sua parte inferior. Para este processo é fundamental o uso de andaimes (metálicos ou madeira) como ilustrado na Figura 15.

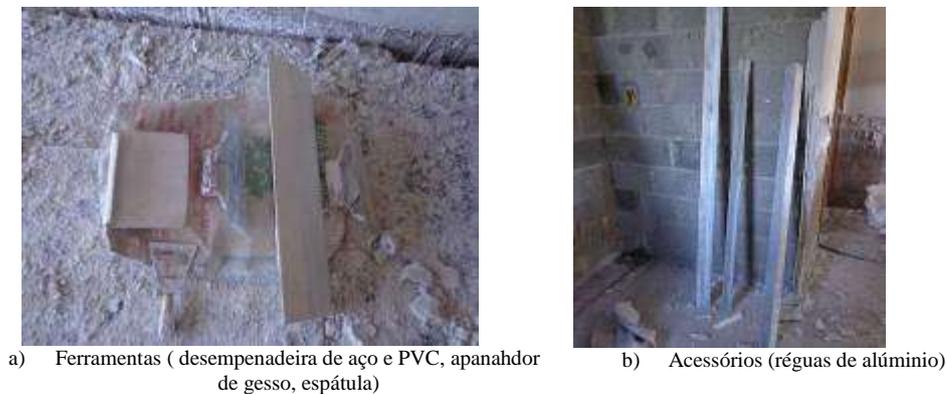
**Figura 15. Disposição do andaime de madeira**



**Fonte: elaborado pela autora, 2014.**

As ferramentas e acessórios utilizados na execução do revestimento de pasta de gesso são ilustrados na Figura 16: régua de alumínio de 1 m a 2 m, desempenadeira de PVC (20x65 cm), desempenadeira de aço (12X30 cm), apanhador de gesso de PVC e espátula pequena. Também são utilizados outros acessórios: baldes de 18 litros e barril de 200 litros para o acondicionamento da água, material para a limpeza, entre outros.

**Figura 16. Ferramentas para execução do revestimento em gesso**



**Fonte: elaborado pela autora, 2014.**

O conhecimento da utilização das ferramentas e acessórios na execução manual do revestimento em pasta é fundamental para o tempo de aplicação na alvenaria e a sua aderência. Alguns pesquisadores, dentre eles, Antunes (1999a), esclarece que é notável a qualidade do revestimento em gesso quando comparado aos revestimentos de argamassa. Adicionalmente, destaca-se a redução do prazo para execução do acabamento sobre este revestimento quando comparado ao revestimento de argamassa.

## **2.4 Considerações finais acerca do capítulo**

O conhecimento da cadeia produtiva do gesso desde sua composição como matéria-prima e calcinação dentro das normas prescritivas para a construção civil, finalizando com a execução do revestimento nas obras, é parte importante já expressa.

As pastas de gesso constituem um material alternativo de qualidade para execução de revestimentos internos, apresentando algumas vantagens e desvantagens ao revestimento de argamassa.

O entendimento do processo da execução de revestimentos de gesso em pasta, assim como o conhecimento das características do gesso e seu comportamento frente a hidratação, são essenciais para o levantamento de dados sobre produtividade da mão de obra na execução deste serviço e para a interpretação dos resultados.

### **3. PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA**

Neste capítulo são abordados os conceitos relacionados à produtividade no seu sentido amplo, produtividade da mão de obra; é feita a apresentação dos modelos para análise da produtividade da mão de obra (entradas, entradas e saídas), com destaque ao Modelo de Estratificação. São apresentados também os indicadores para sua mensuração e sua classificação, bem como os principais trabalhos sobre produtividade da mão de obra com base no Modelo dos Fatores tendo como foco o revestimento de gesso em pasta.

#### **3.1 Definições**

##### **3.1.1 Produtividade**

A produtividade pode ser utilizada como índice para medição da eficiência da produção uma vez que relaciona a quantidade de recursos demandada para a elaboração de um produto. Assim, ao se minimizar esta quantidade de recursos e ao mesmo tempo maximizar a quantidade de produtos oriundos do processo de produção estar-se-á aumentando a eficiência do processo.

A partir deste conceito, nos últimos anos, os empresários têm adquirido cada vez mais consciência de que melhorias na produtividade constituem-se em um eficiente atalho para o processo e crescimento econômico, ou seja, maior produtividade significa um melhor aproveitamento de recursos na produção de bens ou serviços necessários à comunidade (MOREIRA, 1991).

O primeiro aspecto a se considerar é o fato de que a produtividade é um elemento básico no crescimento de um país ao longo do tempo, e, por consequência, tem uma abrangência em diversos setores do conhecimento e em diversas áreas, tais como a administração, economia, agricultura e nas engenharias (civil, agronomia, produção entre outras).

Assim, é fundamental esclarecer o que se entende pelo termo ‘produtividade’, definindo-o de forma clara e precisa, para facilitar sua compreensão do assunto através de uma linguagem comum (CARRARO, 1998).

Segundo Arantes (2009, p. 3), o termo produtividade “[...] foi empregado pela primeira vez, de maneira formal, em um artigo do economista francês Quesnay, em 1766. Decorrido mais de um século, em 1883, outro economista francês, Littré, usou o termo com o

sentido de ‘capacidade de produzir’. Ainda segundo essa autora, somente no início do século passado, o termo assumiu o significado de “relação entre o bem produzido e os recursos empregados para produzi-lo”, ou seja, a relação existente entre o produzido “*output*” e os recursos empregados para produzir “*input*”.

Nas palavras de Moreira (1994), produtividade significa melhor aproveitamento de recursos, ou seja, produzir mais com os mesmos recursos ou, alternativamente, produzir a mesma coisa com menor volume de recursos. Tal afirmação aponta uma interligação entre produtividade e produção, embora nem sempre muito direta, uma vez que existem vários fatores que podem ser utilizados para medir a produtividade.

Diante disso, o conceito de produtividade pode ser definido pela divisão da quantidade produzida pelo número de horas e/ou pelo número de trabalhadores necessários para conseguir essa produção, que por sua vez, pode ser analisado dentro diferentes aspectos: físico, financeiro ou social - dependendo do tipo de entrada a ser transformada, de maneira a buscar aumentar sua eficiência nos processos produtivos.

Neste estudo, será empregada a definição de produtividade proposta por Souza (2006): *produtividade é a eficiência na transformação das entradas e saídas de um processo.*

### **3.1.2 Produtividade da mão de obra**

Como afirma Souza (1996), no caso do Brasil é bastante clara a preocupação que as construtoras têm demonstrado quanto à busca de novas posturas que as tornem mais produtivas e competitivas, seja em termos de treinamento do seu pessoal, de desenvolvimento de tecnologia de construção de reorganização administrativa; quanto à exportação de serviços de construção.

Para que todo esse esforço gere o resultado esperado, é necessário um bom entendimento da produtividade da mão de obra na construção civil, que envolve diversos fatores do mercado nacional, como a dinâmica do crescimento econômico, a formalização, a qualificação da mão de obra e a expansão dos investimentos fixos dentro da cadeia produtiva.

Neste sentido, vários pesquisadores apresentaram seu entendimento sobre a definição de produtividade da mão de obra; entre eles pode-se citar Carraro (1998, p. 35) que diz que: “a produtividade na construção significa uma relação entre um determinado recurso utilizado em um processo construtivo e o resultado gerado por ele”.

Entretanto, Thomas (1994) defende que é mais que isso, pois a produtividade na construção civil é um fenômeno complexo, que depende muito das condições de trabalho, da qualificação do trabalhador, do material disponível, do clima, motivação, supervisão e gerenciamento. Na sua forma mais simples, a produtividade do trabalho pode ser definida como as horas de trabalho divididas pelas unidades de trabalho realizadas.

Em outras palavras, o modelo de produção atual tem na produtividade da mão de obra e na eficiência um aspecto relevante que deve ser considerado como um recurso de gestão nos canteiros de obras, não somente na definição de um processo de transformação de inputs (entradas) em outputs (saídas); mas também como um fluxo de materiais e informações (KOSKELA, 1992).

Souza (2006, p. 24) conceitua que a produtividade da mão de obra, do ponto de vista físico, poderia ser definida como a eficiência (e, na medida do possível, a eficácia) na transformação do esforço dos trabalhadores em produtos de construção (a obra ou suas partes), enfatizando o modelo proposto de medição da produtividade ao nível de atividade, não abordando o nível de empresa, como demonstrada na Figura 17.

**Figura 17. Definição de produtividade em um processo**



**Fonte: SOUZA, 2006.**

Contudo, Araújo (2000) alerta sobre o fato de que quando se leva em consideração estratégias mercadológicas, a eficiência nos processos produtivos em termos da produtividade da mão de obra surge, então, como um objetivo a ser alcançado pelas empresas construtoras a fim de garantir a sua lucratividade e, por conseguinte, assegurar sua permanência no mercado.

## **3.2 Indicadores de produtividade da mão de obra**

### **3.2.1 Definição**

O ‘*indicador*’ é um instrumento que permite mensurar sem modificar a característica original do que está sendo avaliado. Este termo origina-se do latim “*indicare*”, verbo que

significa apontar. Em português, indicador significa o ‘que indica’. No presente estudo, entende-se o termo indicador como uma eficiência que se relaciona com a forma como se faz, isto é, fazer bem, de forma empenhada em alcançar os melhores resultados possíveis (ARANTES, 2009).

Diversos autores, como Smith (1993), Moreira (1994) e Souza (1996) destacam a importância do uso de indicadores na avaliação da produtividade. Esses indicadores podem ser divididos em parciais ou globais, ou seja, considerando a produtividade da mão de obra como sendo um indicador parcial ou a produtividade total (incluindo material, mão de obra e equipamentos) como indicador global.

Quanto mais geral for o indicador, maior a dificuldade de medição e transparência em relação à análise do resultado como um todo dentro de um serviço ou de uma determinada atividade do mesmo em relação ao processo de transformação do produto final medido.

Destacam-se outras possíveis abrangências para um indicador:

[...] são apresentados por OLIVEIRA et. al. (1995), PBQP (1991) apud FORMOSO (2000): seletividade (abranger aspectos essenciais ou críticos do processo), simplicidade (ser de fácil compreensão e aplicação), baixo custo (apresentar relação custo-benefício favorável), representatividade (representar o processo analisado), estabilidade (ser aplicável ao longo do tempo, sob regras constantes), rastreabilidade (envolver a criação de banco de dados com histórico), e abordagem experimental (testar e aperfeiçoar os indicadores). (MAEDA, 2002, p.18)

Assim, o indicador de produtividade, denominado Razão Unitária de Produção, (RUP) será o índice da produtividade da mão de obra adotado neste estudo.

A definição da RUP, genericamente apresentada na Equação 1, foi proposta por Souza (1996). Tem-se, no numerador, a quantidade de trabalhadores (H), as horas de trabalho referente ao dia (h) e, no denominador, a quantidade executada de serviço (QS) durante este período de trabalho.

$$RUP = \frac{\text{Entradas}}{\text{Saídas}} = \frac{\text{Homens} \times \text{horas}}{QS} \quad \text{Equação 1}$$

Partindo do pressuposto que se faz necessário o uso do índice facilmente reconhecido, a RUP estabelece em sua definição uma padronização de mensuração tanto das entradas quanto das saídas. Para sua correta obtenção, deve-se saber coletar os dados em relação ao tipo de serviço a ser analisado e como compor suas partes para o que se deseja obter como resultado de produtividade.

### 3.2.2 Mensuração da produtividade da mão de obra

Souza (2006) defende que a mensuração da produtividade da mão de obra pode ser feita considerando diferentes focos no período de estudo e características do serviço para obter dados úteis para subsidiar decisões estratégicas.

Por esta razão, a RUP pode ser classificada em função da composição da mão de obra e do tempo de serviço que se deseja analisar. Para a mão de obra tem-se: RUP Oficial, RUP Direta e a RUP Global. Quanto ao tempo de serviço tem-se a RUP Diária, RUP Cumulativa, RUP Cíclica e RUP Periódica.

Dentre as classificações sobre RUP e suas respectivas definições, expostas anteriormente, as que serão adotadas nessa dissertação são as proposta por Souza (2001) e apresentadas nos Quadros 5 e 6 a seguir.

**Quadro 5. RUP quanto abrangência da mão de obra (característica da equipe)**

<b>Classificação da Composição</b>	<b>Tipologia da mão de obra</b>
RUP Oficial	Produtividade da mão de obra do oficial (gesseiros)
RUP Direta	Produtividade da mão de obra da equipe composta por oficial e/ou ajudante ligado intrinsecamente à execução do serviço
RUP Global	Produtividade da mão de obra da equipe composta por oficial e/ou ajudante ligado intrinsecamente à execução do serviço acrescido de ajudante indireto ligado ao apoio do serviço (transporte, carregamento e descarregamento)

**Fonte: elaborado pela autora, 2014.**

**Quadro 6. RUP quanto abrangência do período (tempo empregado no serviço)**

<b>Classificação da Composição</b>	<b>Tipologia do período de tempo</b>
RUP Diária	Produtividade da mão de obra (Hh) de um dia útil de serviço
RUP Cumulativa	Produtividade da mão de obra (Hh) de um período acumulado

**Fonte: elaborado pela autora, 2014.**

Além destes indicadores, Souza (1996) apresenta também a RUP Potencial (RUP Pot) que, matematicamente, corresponde à mediana dos valores de RUP Diária menores à RUP Cumulativa final (RUP Cum) do período de estudo. Em outras palavras, a RUP Potencial constitui “um valor de RUP Diária associada à sensação de bom desempenho e que, ao mesmo tempo, mostra-se factível em função dos valores de RUP Diária detectados” (SOUZA, 2006).

Internacionalmente, alguns pesquisadores (Abdel-Hamid et. al., 2004; Thomas et. al., 2002; Arcudia et. al., 2002) com base nos estudos de Thomas; Zavrski (1999) têm calculado a RUP Potencial dentro de um modelo estatístico para analisar a variabilidade dos dados diários de produtividade e o número de dias trabalhados, utilizando procedimento matemático diferente do apresentado por Souza (1996).

Neste modelo a RUP Potencial, denominada linha de base (*baseline productivity*) é calculada considerando uma amostra de 10% dos dias do subconjunto de dias no qual se obteve valores de produtividade da mão de obra (valor de “n”, sendo este não inferior do que 5 dias). Para o valor de “n”, consideram-se os dias com melhores produtividades da mão de obra. De posse destes dados, a linha de base é calculada pela média dos mesmos.

Independentemente do procedimento de cálculo da RUP Potencial, ambos prevalece à ideia de se calcular um valor de RUP Potencial que seja factível de ser alcançada pela equipe de execução analisada. Neste trabalho, será utilizado o procedimento preconizado por Souza (1996). No Quadro 7 apresenta-se um exemplo de cálculos dos indicadores apresentados (RUP Diária, RUP Cumulativa. e RUP Potencial) para a execução do revestimento de gesso realizado por um oficial.

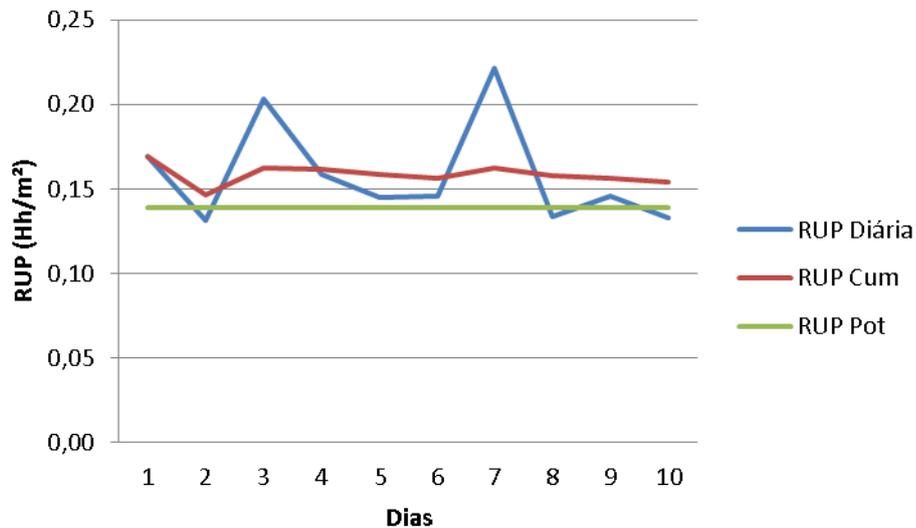
**Quadro 7. Exemplo de cálculo da RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial.**

Dia	Homens-Horas (Hh)	QS (m <sup>2</sup> )	RUP Diária (Hh/m <sup>2</sup> )	Hh Cum. (Hh)	QS Cum. (Hh)	RUP Cum. (Hh/m <sup>2</sup> )	Valores de RUP Diária < RUP Cum. Final (Hh/m <sup>2</sup> )	RUP Pot. (Hh/m <sup>2</sup> )
1	7	41,33	0,17	7	41,33	0,17	-	<b>0,13</b>
2	8	61,04	0,13	15	102,37	0,15	0,13	
3	8	39,34	0,20	23	141,71	0,16	-	
4	8	50,37	0,16	31	192,08	0,16	-	
5	6	41,40	0,14	37	233,48	0,16	0,14	
6	8	54,95	0,15	45	288,43	0,16	-	
7	7	31,67	0,22	52	320,10	0,16	-	
8	8	60,00	0,13	60	380,10	0,16	0,13	
9	8	54,95	0,14	68	435,05	0,16	0,14	
10	6	45,18	0,13	74	480,23	<b>0,15</b>	0,13	

**Fonte: elaborado pela autora, 2014.**

Na Figura 18, a seguir, ilustra-se graficamente o comportamento das RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial no exemplo dado.

**Figura 18. Tipos de RUP em função do período de tempo associado**



Fonte: elaborada pela autora, 2014.

### 3.3 Contextualização da produtividade da mão de obra na Indústria da Construção Civil

Embora a produtividade seja um item extremamente importante na composição dos custos das obras de construção, Souza (1996) destaca que se trata de um recurso de difícil gestão no canteiro de obras. Por isso, o conhecimento da produtividade da mão de obra, bem como o entendimento das razões que fazem ser melhor ou pior, constitui ferramentas tão importantes para apoiar as decisões dos engenheiros na construção civil.

O interesse de pesquisadores pela produtividade da mão de obra já tem algumas décadas e, ao longo dos anos, a produtividade da mão de obra tem sido foco de muitos estudos relatados (Abdel-Razek e Hosny, 1990; Thomas e Sanders, 1991; Abdel-Razek, 1992; Hosny e Abdel-Razek, 1992; Abdel-Razek, 2004) ao nível da indústria ou da macroeconomia, normalmente fazendo um estudo longitudinal das tendências da medição da produtividade.

Entretanto, esta análise no nível macro não fornece uma indicação do nível de desempenho da empresa (El-Mashaleh et. al., 2001). Já no nível micro, há inúmeras pesquisas encontradas examinando as várias influências sobre produtividade, abordando desde o projeto ao nível das atividades comparando-se com resultados do passado ou com outras empresas.

Também, muitas tentativas têm sido feitas para a construção do modelo da produtividade do trabalho (Adrian; Boyer, 1976; Adrian, 1987; Abdel-Razek; McCaffer, 1990; Thomas; Zavrski, 1999; Abdel-Hamid et. al., 2004).

Portanto, a produtividade da mão de obra é um fator primordial para o prognóstico do custo de uma obra e, nesse entendimento, internacionalmente, segundo Marchiori (2009, p. 88) destacam-se os seguintes autores sobre o tema produtividade: Bishop, Bromilow, Cheetham, Clapp, Fleming, Forbes, Gates, Handa, Halpin, Hinze, Laufer, Lemessany, Maloney, Olomolaiye, Sanders, Sanvido, Skoyles, Thomas, Tucker, Valling, Verschuren, Woodhead.

Nacionalmente, os estudos tiveram sua consolidação nos anos 90, com um grupo de instituições públicas (USP, UFRGS, UFSC, UFF) que realizaram eventos e disseminaram trabalhos acadêmicos sobre gestão na construção e com isso estabeleceu uma visibilidade dentro e fora da academia, difundindo-se a prática de conceitos como: produtividade, indicadores e controle da produtividade para as empresas construtoras. Destaca-se a Escola Politécnica da USP, dentre as instituições brasileiras, que desenvolveu este tema no âmbito de um Grupo de Ensino e Pesquisa em Tecnologia e Gestão de Edifícios (GEPE-TGP), produzindo e difundindo pesquisas sobre gestão do consumo de recursos físicos nos canteiros de obras (Quadro 8).

**Quadro 8. Pesquisas sobre PMO desenvolvidos pelo GEPE-TGP/USP**

TÍTULO	AUTORES	ANO
Metodologia para o estudo da produtividade da mão de obra no serviço de fôrmas para estruturas de concreto armado.	SOUZA	1996
Produtividade da mão de obra no serviço de alvenaria.	CARRARO	1998
Método para a previsão e controle da produtividade da mão de obra na execução de fôrmas, armação, concretagem e alvenaria.	ARAÚJO	2000
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.	SOUZA	2001
Método prático para estudo da produtividade da mão de obra no serviço de revestimento interno de paredes e pisos com placas cerâmicas.	LIBRAIS	2001
Produtividade da mão de obra nos serviços de revestimento interno de paredes e tetos em argamassa e em gesso.	MAEDA	2002
Método para a proposição de diretrizes para a melhoria da produtividade da mão de obra na produção de armaduras.	ARAÚJO	2005
Produtividade da mão de obra e consumo unitário de materiais no serviço de coberturas com telhado.	REIS	2005
Proposição de ações para melhoria da produtividade da concretagem em edifícios verticais	DANTAS	2006
Método para prognóstico da produtividade da mão de obra e consumo unitário de materiais: sistemas prediais hidráulicos.	PALIARI	2008
Proposição de um método para subsidiar o prognóstico de custos de urbanização de conjuntos habitacionais horizontais com base em indicadores físicos.	INOUYE	2008
Desenvolvimento de um método para elaboração de redes de composições de custo para orçamentação de obras em edificações	MARCHIORI	2009
Diretrizes de projeto para melhorar a produtividade na montagem de componentes pré-cortados e pré-dobrados de aço para estruturas de concreto armado de edifícios	SALIM NETO	2009

**Fonte: elaborado pela autora, 2014**

Outros centros do Brasil, além da USP, também contribuíram para o tema por meio de pesquisas e publicação de artigos, conforme apresentado no Quadro 9.

**Quadro 9. Estudos sobre produtividade da mão de obra em outras instituições**

TÍTULO	AUTORES	INSTITUIÇÕES	ANO
Proposta de um sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil.	LANTELME	UFRGS	1994
Tecnologia, organização e produtividade na construção.	AMORIM	UFRJ	1995
Iniciativas de melhorias voltadas à qualidade e à produtividade desenvolvidas por empresas de construção de edificações.	SCARDOELLI	UFRGS	1995
A implantação de indicadores de qualidade e produtividade na construção civil.	MOREIRA	UFF	1996
Estudo da produtividade e da descontinuidade no processo produtivo da construção civil: um estudo de caso para edifícios altos.	MARCHIORI	UFSC	1998
Produtividade da mão de obra em projetos de estruturas metálicas.	LOPES	USP	2001
O projeto do processo na melhoria da produtividade da construção civil.	CARDOSO	USP	2001
Método para estudo da produtividade da mão de obra na execução de alvenaria e seu revestimento em ambientes sanitários.	COELHO	UNICAMP	2003
Obtenção dos índices de produtividade da mão de obra na Construção Civil em Manaus	CALHEIROS	UFAM	2004
Implantação de sistema de gestão da produtividade em empresa construtora.	MARTINES	IPT	2007
Previsão de Indicadores de produtividade para estruturas de concreto armado: serviço de fôrmas	SILVA	IPT	2008
Sistema de informação gerencial para previsão de produtividade do trabalho na alvenaria de elevação.	MORI	UFSC	2008
Produtividade da mão de obra para o serviço de alvenaria de vedação de blocos de concreto.	MONTOUTO	IPT	2009
Planejamento operacional para execução dos sistemas prediais hidráulicos, sanitários e de gás combustível.	MATOS	UFSCar	2011
Implantação de um sistema de medições de produtividade da mão de obra para apoio ao planejamento de curto prazo em edificações.	SOUZA	UFG	2012
Avaliação da produtividade na construção no Brasil	MARTINS	PORTO	2013

**Fonte: elaborado pela autora, 2014.**

Os estudos relacionados nos Quadros 8 e 9 dão subsídios para facilitar as decisões de gestão com base em tais indicadores.

Além destes trabalhos, também podem ser citados trabalhos que se valeram de indicadores de produtividade da mão de obra como os realizados por Marchiori (2009), na área da orçamentação, Matos (2011), na área do planejamento em instalações prediais, Souza (2012), na área de planejamento e Inouye (2008) e Salim Neto (2009) que estabeleceram diretrizes para racionalizar os projetos. Além destes, destaca-se também trabalho desenvolvido por Martins (2013) com foco na estratificação da produtividade da mão de obra.

### 3.4 Produtividade da mão de obra no revestimento de gesso

Com o avanço tecnológico alcançado nas últimas décadas, a Indústria da Construção Civil tem buscado fortalecer os estudos de indicadores de produtividade da mão de obra, com a intenção de garantir a eficiência produtiva.

Entre os trabalhos realizados sobre produtividade na execução do revestimento de gesso utilizando o Modelo dos Fatores, destacam-se:

- Tese de livre docência de Souza realizado em 2001 com o título “*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*”.
- Dissertação de mestrado de Maeda realizada em 2002 com o título “*produtividade da mão-de-obra nos serviços de revestimento interno de paredes e tetos em argamassa e gesso*”.

Os respectivos trabalhos apresentam em comuns valores de indicadores do estudo da produtividade da mão de obra no revestimento de gesso que corrobora com o tema de estudo desta dissertação.

#### 3.4.1 Produtividade da mão de obra na execução do revestimento de gesso: Souza (2001)

Os estudos ligados à gestão de recursos físicos que o professor Livre-docente Ubiraci Espinelli Lemes de Souza iniciou em 1993 com o programa de doutorado-sanduíche (1996) e sua continuidade nos estudos que culminou com a sua tese de livre docência em 2001 intitulada “*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*”, na qual apresentou a produtividade da mão de obra dentro dos limites de faixa de variação (mínimo, máximo e mediana) de acordo com o Modelo dos Fatores.

Com o objetivo de apresentar a metodologia para estimar a produtividade da mão de obra, o autor estudou vários serviços, dentre eles, o revestimento de gesso, analisando a influência de fatores relacionados quanto ao local de aplicação (parede e teto) e tipo de acabamento (desempenado e sarrafeado).

Para a estimativa dos indicadores da produtividade da mão de obra para este serviço, o autor apresentou o resultado da  $RUP_{\text{potencial-oficial}}$  (Hh/m<sup>2</sup>) dentro de uma faixa de valores (Quadro 10).

**Quadro 10. Valores da faixa de variação  $RUP_{\text{potencial-oficial}}$  (Hh/m<sup>2</sup>)**

Localização da base	Tipo de acabamento	$RUP_{\text{potencial-oficial}}$ (Hh/m <sup>2</sup> )		
		Mínimo	Máximo	Mediana
Parede	Desempenado	0,23	0,32	0,26
	Sarrafeado	0,51	0,57	0,53
Teto	Desempenado	0,19	0,49	0,34
	Sarrafeado	0,39	0,55	0,43

Fonte: elaborado pela autora, 2014 adaptado de Souza, 2001.

### 3.4.2 Produtividade da mão de obra na execução do revestimento de gesso: Maeda (2002)

A pesquisa apresentada por Maeda (2002) se desenvolveu dentro de uma das linhas de pesquisas do Departamento de Engenharia de Construção Civil (PCC) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo sob a orientação do Professor Livre-docente Ubiraci Espinelli Lemes de Souza, que teve como título “*Produtividade da mão de obra nos serviços de revestimento interno de paredes e tetos em argamassa e em gesso*”. Teve como objetivo estudar os fatores (contexto e conteúdo) que influenciam a produtividade da mão de obra, utilizando-se de modelos matemáticos que possibilitasse, de um modo simples, a previsão da produtividade da mão de obra.

A metodologia para alcançar seu objetivo de estudo consistiu na apropriação das entradas (Homens-horas), saídas (quantidade de serviço, expresso em metros quadrados de revestimento) e fatores potencialmente influenciadores, divididos nas seguintes categorias: produto, material, mão de obra, equipamentos e organização do serviço, tanto de caráter quantitativo (mensuráveis) e quanto qualitativo (detectáveis).

Foram avaliadas 8 (oito) obras, das quais foram obtidos 11 (onze) estudos de casos sobre aplicação de gesso sobre paredes, 4 (quatro) com aplicação de gesso somente no teto e 1 (um) sobre aplicação do gesso sobre paredes e tetos, englobando aplicação do gesso tanto em pasta (acabamento desempenado) quanto em argamassa (acabamento sarrafeado), aplicação manual e mecanizada (projetada).

Os resultados da  $RUP$  (Hh/m<sup>2</sup>), nas suas diversas categorias ( $RUP_{\text{potencial-oficial}}$ ,  $RUP_{\text{Cumulativa-oficial}}$  e  $RUP_{\text{Cumulativa-global}}$ ) são apresentados no Quadro 11.

**Quadro 11. Valores RUP<sub>Potencial-oficial</sub>, RUP<sub>Cumulativa-oficial</sub> e RUP<sub>Cumulativa-global</sub> (Hh/m<sup>2</sup>)**

Localização da base	Obra	Aplicação	Acabamento	RUP <sub>Potencial-oficial</sub> (Hh/m <sup>2</sup> )	RUP <sub>Cumulativa-oficial</sub> (Hh/m <sup>2</sup> )	RUP <sub>Cumulativa-global</sub> (Hh/m <sup>2</sup> )
Parede	SP 21 Fase 1	manual	Desempenado	0,23	0,27	0,35
	SP 21 Fase 2	manual	Desempenado	0,26	0,36	0,50
	SP 21 Fase 3	manual	Desempenado	0,26	0,28	0,40
	SP 31	manual	Desempenado	0,32	0,56	-
	SP 66m	manual	Sarrafeado	0,57	0,78	1,00
	SP 47 a	manual	Sarrafeado	0,53	0,73	0,92
	SP 47 b	manual	Sarrafeado	0,51	0,55	0,67
	SP 43	projetada	Sarrafeado	0,51	0,54	0,77
	SP 32	projetada	Sarrafeado	-	0,43	-
	SP 58	projetada	Sarrafeado	0,53	0,67	0,90
	SP 66p	projetada	Sarrafeado	0,53	0,74	1,08
Teto	SP 31	manual	Desempenado	0,19	0,30	-
	SP 66m	manual	Sarrafeado	0,39	0,55	0,65
	SP 43	projetada	Sarrafeado	0,43	0,58	0,78
	SP 66p	projetada	Sarrafeado	0,39	0,66	1,27
Parede e teto	SP 33	manual	Desempenado	0,49	0,59	-

Fonte: elaborado pela autora, 2014 adaptado de Maeda, 2002.

### 3.5 Modelos para análise da produtividade da mão de obra

#### 3.5.1 Considerações iniciais

Os modelos de produtividade da mão de obra têm sido estudados desde 1940 com diferentes focos de pesquisa, oferecendo alternativas para estimá-la combinando de fatores influenciadores, considerando o impacto de único fator ou múltiplos fatores, baseados em conhecimento e experiência advinda da Indústria.

Carraro (1998) apresenta duas maneiras básicas de se obter a eficiência da mão de obra: medição da **produtividade** e **estudos do trabalho**.

Inicialmente, estes estudos foram realizados analisando-se a diferença entre entradas e saídas do processo produtivo. Na medição da produtividade leva-se em conta a relação entre as entradas e as respectivas saídas. Nos estudos do trabalho somente as entradas foram analisadas.

Os estudos do trabalho estão inseridos no âmbito dos sistemas de produção, introduzidos por Taylor e desenvolvidos pelo casal Gilbreth como estudo de tempos e estudos de movimentos (BARNES, 1977). Compõem-se em duas partes fundamentais: o *sistema* (estudo dos métodos) e *métodos de trabalho* (medições de trabalho), resultando em um

método ideal para determinar tempos-padrão necessários na execução de atividades dentro da produção.

Entretanto, mesmo sabendo do seu valor no aumento de produtividade por homem-hora e para a redução de custos, especialmente na indústria seriada, pesquisadores consideram restrita a aplicabilidade dos estudos de tempos e movimentos para construção (THOMAS et. al., 1989; CARRARO, 1998).

A compreensão do modelo da produtividade do trabalho, mas não no pensamento dos métodos dentro dos estudos de tempos e estudos de movimentos, mas com viés para a eficiência da mão de obra, propiciou estudos de uma série de posturas para medir a produtividade dentro da Indústria da Construção. Entre essas posturas Adrian destaca:

**Estudos de tempos produtivos da mão de obra:** trabalha com a idéia de tempos produtivos, tempos auxiliares e tempos não produtivos, medindo suas incidências e avaliando as possibilidades de diminuir os tempos improdutivos. Isto feito, os índices de tempos auxiliares e produtivos aumentariam o que, segundo o modelo, implicaria em aumento da produtividade. (ADRIAN 1987 apud CARRARO, 1998, p. 47).

Além desses Estudos de tempos, é importante destacar o estudo dos movimentos, que tem por objetivo. “[...] definir a melhor maneira possível de se executar uma determinada tarefa, maximizando o tempo disponível e minimizando o esforço necessário; muitos dos princípios deste método foram desenvolvidos pelo casal Gilbreth no início do século XX” (BARNES, 1963, p. 17).

O estudo de tempos também é importante, pois “[...] através de cronometragem é possível determinar tempos padrão para várias atividades. Com estes resultados, pode-se analisar a viabilidade de se reduzir os tempos despendidos em cada tarefa por meio de ações como, por exemplo, um melhor arranjo de cada parte que constitui uma tarefa” (ADRIAN, 1987 apud CARRARO, 1998, p. 48).

O método da Amostragem do trabalho, por sua vez:

[...] envolve observações aleatórias, normalmente relacionadas à tentativa de se descobrir a duração parcial de cada fragmento de uma atividade maior. Os resultados destas observações podem ser úteis na definição do tamanho das equipes ou na determinação da eficácia de alguma equipe em particular (ADRIAN, 1987 apud CARRARO, 1998, p. 47).

Adrian (1987) desenvolveu o “Modelo do atraso”, que relaciona a quantidade produzida com o número de os homens-horas necessários para produzi-la.

Simultaneamente, apropria dados referentes a atrasos ou demoras no serviço. Com isto, têm-se os valores da produtividade normal e pode-se estimar não somente a produtividade potencial como também a produtividade deficiente, prejudicada em função dos atrasos. Deste modo, o modelo permite identificar as causas dos atrasos e propor ações que as minimizem (ADRIAN, 1987 apud CARRARO, 1998, p. 48).

Já o modelo da “Curva de aprendizagem”, busca analisar o efeito do aprendizado durante o decorrer do serviço. “Assume-se que o conteúdo do trabalho é constante e que as variações da produtividade seriam reflexos da aprendizagem dos trabalhadores, função da repetitividade das operações.” (ADRIAN, 1987 apud CARRARO, 1998 p. 48).

Os diversos modelos propiciam aferir a eficiência dos recursos humanos dentro da Indústria da Construção Civil. Porém, por terem sido elaborados para serem aplicados considerando as características existentes na manufatura tradicional da construção, trouxeram barreiras significativas ao uso atual, pois estes modelos foram elaborados originalmente para a Indústria Seriada, obedecendo-se uma estrutura de organização de força de trabalho, sendo necessária a realização de adaptações para serem utilizados.

Na busca por melhoria da produtividade, tal investimento não compensaria, pois tais modelos são capazes de provocar distorções indesejáveis devido ao investimento em um levantamento de dados, uma vez que alguns estudos anteriormente descritos não medem a produtividade, nem relacionam as entradas (*inputs*) e as saídas (*outputs*) dentro do processo de transformação, mas somente as entradas, como por exemplo: os Estudos de tempos produtivos da mão de obra, Amostragem do trabalho, Estudos dos movimentos e Estudo dos tempos.

Em contrapartida os “Modelos de atraso” e “Curva de aprendizagem” buscam identificar relações entre os resultados obtidos e a utilização dos recursos para obtê-los, ou seja, são modelos de entradas e saídas que efetivamente analisam a produtividade de um sistema de produção.

SOUZA (1996) cita outros tipos de modelos de entradas e saídas, como o “Modelo da Expectativa” MALONEY (1981) apud MALONEY; MCFILLEN (1985), a aplicação de teoria motivacional, que afirma que o desempenho da mão de obra está relacionado com o esforço que o trabalhador quer exercer e o “Modelo dos Fatores” THOMAS; YIAKOUMIS (1987), que pressupõe a existência de uma condição padrão de trabalho e as variações de produtividade ocorre por fatores relacionados ao conteúdo e ao contexto do trabalho.

Com o intuito de criar um modelo adequado para o estudo da produtividade da mão de obra na construção, Thomas; Kramer (1987) apud Sanders; Thomas (1991), pesquisadores da Pennsylvania State University (PSU), fundaram, em 1983, a “Construction Industry Institute” (CII) (SOUZA, 1996). A partir desse trabalho, foi elaborado um manual contendo os fundamentos relativos à produtividade em construção na execução do serviço de alvenaria.

Vários estudos foram realizados sobre produtividade na construção a partir dos conhecimentos e experiência dos pesquisadores com o objetivo de identificar sistematicamente os vários fatores e seus impactos quando quantificados dentro da previsão de um modelo de produtividade. Os modelos são apresentados no Quadro 12.

**Quadro 12. Modelos de produtividade dentro de um método de previsão**

<b>Modelos</b>	<b>Autor (es)</b>
Modelos dos Fatores	Thomas e Sakarcan (1994)
Modelos de Regressão	Smith (1999)
	Zayed e Halpin (2005)
	Goodrum e Haas (2002)
Modelos de RNA'S	Karshenas e Feng (1992)
	Sonmez e Rowings (1998)
	Portas e AbouRizk (1997)
	AbouRizk et. al. (2001)
	Lu et. al. (2000)
	Elazouni et. al. (2005)

**Fonte: elaborado pela autora, 2014 adaptado de H. Jang et. al., 2011.**

Estes modelos fornecem subsídios para análise estatística, influência dos fatores (gráfico de variância, regressão linear) na estimativa da produtividade da mão de obra envolvida no serviço analisado, bem como seus impactos para melhorar a eficiência na gestão da produtividade, considerando os custos, a administração, a programação, o gerenciamento e o planejamento (H. JANG et al., 2011).

No entanto, Salim (2009) afirma que vários pesquisadores estudaram produtividade, tanto nacionalmente e internacionalmente, mas ressalta que apesar do grande número de publicações, ainda não há definição clara de técnicas de estudos de atividades de trabalho e nem um sistema de mensuração de produtividade padronizado, por sua diversificação, ou seja, pelo fato de não ter a linguagem e aplicação padronizada, já que muitas vezes encontramos pesquisadores desenvolvendo sua pesquisa com uma maneira própria de coleta de dados e

análise dos resultados da coleta, o que leva a uma avaliação inadequada dos valores sobre produtividade na construção civil.

### 3.5.2 Fatores que influenciam a produtividade da mão de obra

Os modelos apresentados por Barnes (1977) e Adrian (1987) tentam aferir a eficiência da mão de obra na construção civil com emprego de técnicas originalmente advindas da indústria seriada. Entretanto, ocorrem dificuldades de medição e sua análise, com influência de certos fatores no modelo de previsão da produtividade da mão de obra, conforme o Quadro 13.

**Quadro 13. Classificação dos fatores influenciadores da produtividade**

Classificação	Classes propostas	Autor
Conteúdo e contexto dos fatores	Exemplos de fatores ligados ao conteúdo: peso dos blocos usados para fazer alvenaria estrutural, espessura do revestimento em gesso. Exemplos de fatores ligados ao contexto: tipo de equipamento de aplicação (jato ou desempenadeira) de gesso no revestimento de parede; a temperatura; entre outros.	Thomas e Smith (1990)
Tecnológicos e organizacionais	Exemplos de fatores tecnológicos: projeto, especificação. Exemplos de fatores organizacionais: produção, mão de obra, social; entre outros.	Herbazman e Ellis (1990)
Fatores gerenciais	Exemplos de fatores gerenciais: recursos relacionados ao ambiente de trabalho e projeto.	Picchi (1993)

**Fonte: elaborado pela autora, 2014 adaptado de Maeda, 2002.**

Dentro da classificação, procedentes de estudos realizados, THOMAS; YIAKOUMIS (1987) propuseram um modelo de medição e análise da produtividade da mão de obra, denominado “Modelo dos Fatores”. Este modelo é fundamentado pelas seguintes características: o foco na produtividade da mão de obra da equipe, possibilidade de consideração dos efeitos da aprendizagem e a possibilidade de inclusão de vários fatores que podem ser mensurados (CARRARO, 1998).

Considera a influência de um grande número de fatores ligados ao “conteúdo do trabalho” (projeto e especificação) e ao “contexto do trabalho” (tipo do terreno, clima, características do gerenciamento) (Figura 19). Em outras palavras, os fatores podem ser quantitativos ou qualitativos, mas que em função de outras ocorrências, normalmente

relacionada ao “contexto do trabalho”, faz com que certos eventos - tanto fora do controle (por exemplo, chuvas) quanto sob o controle (por exemplo, falta de materiais) da gerência - possam ter influências extremamente danosas sobre o ritmo de trabalho. Estes eventos são denominados “anormalidades”, que não podem ser previstos com base nas características de projeto e na prática construtiva aplicada.

**Figura 19. Fatores que influenciam a produtividade da mão de obra**



**Fonte: ARAÚJO; SOUZA, 2001 adaptado por THOMAS; SAKARCAN, 1994.**

Nesta figura 19 exemplifica-se a influência dos fatores no processo de produção que, segundo Souza (2006), são dois grupos que assumem uma presença permanente na caracterização do serviço e nos aspectos ligados ao ambiente de trabalho nas tarefas executadas, abrangendo os componentes físicos do trabalho.

### 3.5.3 Modelo de Entrada: Amostragem do Trabalho

A amostragem do trabalho permite quantificar os tempos dentro do sistema de produção como ferramenta de avaliação de um processo que foi iniciado na segunda metade da década de vinte, dentro da área da engenharia industrial com a aplicação de modelos estatísticos para a melhoria da produção e eficiência.

Foi originalmente desenvolvido, em 1927, pelo engenheiro industrial Leonard Tippett com o nome de *Snap-readings method* (TIPPETT, 1934). A técnica tem sido empregada na indústria têxtil britânica desde a década de 30, e nos Estados Unidos em 1940 por R. L. Morrow, após um período, em 1952, foi usada em um artigo *Factory Management and Maintenance* por C. L. Brisley e H. L. Waddell (Heiland; Richardson, 1957) tendo como sua natureza uma técnica de amostragem para determinar os níveis de trabalho. Na Indústria da Construção, na década de 1960, foi utilizado por vários pesquisadores, entre eles, H. R. Thomas (GOUETT et. al., 2011).

Encontra-se com diversas designações como: amostragem por observações instantâneas, *work sampling*, relação de esperas e amostragem aleatória do trabalho.

A lógica baseia-se nas “leis de probabilidades”, ou seja, uma amostra retirada aleatoriamente de uma grande população tende a ter a mesma distribuição que a grande população. Se a amostra for de dimensão adequada, as características da amostra espelham os da grande população (TOON, 2011).

Conforme Santos (1995b, p. 77) a técnica tem como princípio:

[...] a técnica consiste em se fazer observações instantâneas, intermitentes e espaçadas ao acaso em certo período. Obtém-se uma estimativa da proporção de tempo despendido por cada operário, em um dado tipo de atividade, pela relação entre o número de registros desta atividade e o número total de observações. [...]

O autor afirma que, através desta técnica, se consegue identificar problemas nos processos e oportunidades de melhoria ligadas à racionalização do trabalho.

A técnica é bastante simples, sendo que no seu planejamento, para se ter resultados satisfatórios do ponto de vista da precisão, deve-se levar em consideração a variabilidade existente entre homens e máquinas dentro do processo de construção no dia a dia do trabalho, como também saber identificar qual o objetivo do estudo. Santos (1995b, p. 80) esclarece que:

[...] Se este for executado com o objetivo de possibilitar a redução do tempo de inatividade e aumentar a produtividade por homem-hora, os elementos devem ser tais que relevem esperas sob o controle do operário ou da gerência. Se o estudo é realizado com o fim de estabelecer tempos padrão, é necessário medir o consumo total de homens-horas e subdividir o processo naquelas atividades que se deseja monitorar.

Para o estudo da técnica da amostragem do trabalho o autor apresentou uma classificação dos tempos, sendo estes podendo ser subdivididos em produtivos, improdutivos e auxiliares conforme foi descrito por Santos (1995a, p. 206) a seguir:

[...] (a) **Produtivo**: é o tempo efetivamente aplicado na execução da tarefa agregando valor ao produto final. São os que efetivamente contribuem para o crescimento da obra, como por exemplo, assentamento de tijolos no serviço de execução de parede de alvenaria. É também designado de operacional ativo.

(b) **Auxiliar**: os tempos auxiliares reúnem aquelas atividades que apesar de não agregarem valor de maneira direta ao produto final, são necessárias para que este

seja executado. Envolvem atividades relativas ao manuseio e descarga de materiais, limpeza, manutenção, recebimento de instruções, medição etc. São também denominados operacionais passivos. [...]

(c) **Improdutivo**: os tempos improdutivos podem ser subdivididos em adicionais evitáveis, adicionais inevitáveis e ociosos (Rosso, 1974). [...]

A partir da técnica de amostragem do trabalho apresentada por Santos (1995b) e posteriormente adaptada por Costa (2005) em sua pesquisa, Paravisi (2008) exemplifica que a busca para eficiência da produção deve ser uma preocupação constante das empresas de maneira a alcançar tanto as melhorias no projeto e no sistema de produção, com auxílio de ferramentas de avaliação e controle.

As ferramentas utilizadas para avaliação e controle da produção analisam tanto o processo como as operações na produção.

A autora descreve que, entre as ferramentas utilizadas para avaliação e controle da produção, algumas são focadas na análise dos processos de produção e outras na análise das operações, podendo ser classificadas em ferramentas de acompanhamento ou de diagnóstico da produção. Dentre as citadas pela autora para o acompanhamento da produção na construção civil destacam-se: diagrama de processos, mapofluxograma, cartão de produção, amostragem do trabalho, Mapeamento do fluxo de valor e Simulação do sistema de produção.

Paravisi (2008, p. 80) utilizou o cartão de produção para determinação da medição da produtividade da mão de obra e a técnica de amostragem do trabalho para determinação das perdas de mão de obra (consumo) correlacionando as ocupações com as atividades dentro do tempo disponível de trabalho (Figura 20) e classificando, os tempos em produtivos, improdutivos e auxiliares.



Portanto, os estudos dos pesquisadores citados diagnosticaram um tipo de ociosidade da mão de obra, em relação ao tempo de ocupação das atividades, mas não foi analisada a produtividade da mão de obra de acordo com esta técnica. Para Paravisi (2008, p.86), tais resultados apontam que mesmo em uma amostragem do trabalho realizada criteriosamente, temos valores com baixo desempenho dentro da produção.

Alguns estudos internacionais apontam que a mão-de-obra na construção civil utiliza em média 1/3 do tempo total em atividades que agregam valor, ou seja, tempos produtivos, podendo-se conseguir médias de 55 a 60% excepcionalmente conforme a natureza do trabalho (FORBES, 1971 apud FORMOSO et. al., 1996). Portanto, assim como na pesquisa de Costa (2005), nesse estudo também se considerou perdas admissíveis valores de até 40% para a soma dos tempos auxiliares e improdutivos dos pedreiros e 33,3% para tempos improdutivos dos serventes. Os tempos auxiliares dos serventes não foram analisados como perdas, já que os mesmos possuem função tipicamente auxiliar e não produtiva.

Internacionalmente o pesquisador H. R. Thomas em 1984 com o artigo “*Improving Productivity Estimates by Work sampling*” baseia na definição de “*work sampling*” para exemplificar definição das categorias dentro da divisão correta da jornada de trabalho, descrita da seguinte forma no artigo:

- *Direct Work* (trabalho direto) – todos os esforços feitos no sentido de progredir na tarefa em questão, ou dar assistência com o mesmo objetivo;
- *Tools and Equipment* (Equipamentos e Ferramentas) – definição referente ao transporte, preparação ou ajuste de materiais e equipamentos;
- *Waiting* (Tempo de Espera) – Períodos de espera para preparação do local de trabalho, preparação da matéria prima, equipamentos, conclusão de um trabalho precedente, entre outros;
- *Travel* (Deslocamento) – Todas as atividades que incluem circulação dentro do canteiro sem transportar materiais ou equipamentos;
- *Personal* (Tempo Pessoal) - Frações de tempo que o trabalhador não apresenta rendimento por doença ou outras necessidades dentro do horário de trabalho, tempo gasto em atividades não ligadas ao serviço.

Com isso, cada atividade na jornada de trabalho foi definida dentro do tempo de um dia de trabalho, permitindo diagnosticar a falta de rendimento da ocupação da mão de obra dentro da análise do tempo gasto pelos trabalhadores nas categorias.

No entanto, em 1991, Thomas declinou suas considerações que o *work sampling* seria eficaz na melhoria da produtividade (ARAÚJO; SAMPAIO, 2012).

Recentemente estudos postulados por Gouett et. al. (2011) interligam todas as ações de melhoria contínua do processo na análise da atividade (*Activity Analysis*), com o objetivo de atingir um maior nível de detalhamento do monitoramento, considerando o entendimento do comportamento dos fatores que afetam a produtividade da mão de obra e a técnica da amostragem do trabalho (*work sampling*) com distinção de parcelas produtivas e improdutivas.

Partindo desta premissa, Toon (2011) descreve a experiência do *work sampling* dentro de um estudo da empresa Bechtel, que busca por meios da avaliação da atividade da força de trabalho fornecer um padrão de gestão como ferramenta para identificar barreiras de produtividade de maneira a eliminá-las dentro do ciclo de vida da produção. Tais estudos evidenciam a importância de diminuir a ineficiência da mão de obra dentro de uma gestão da produtividade na empresa.

O autor afirma que a principal vantagem do método *Activity Analysis* é que ele ajuda a identificar fatores que afetam ou dificultam a ação da capacidade de uma força de trabalho para engajar no trabalho de forma direta, aumentando o tempo disponível para força de trabalho dos projetos que, por sua vez, é a chave para melhorar o desempenho. No entanto, a eficácia de tornar esta ação depende do planejamento e execução adequada da equipe e projeto. A *Activity Analysis* é um processo de melhoria contínua baseado no ciclo PDCA e fornece uma evolução no antigo modelo de Thomas.

A diferenciação marcante no estudo de Toon (2011) são as divisões das categorias produtivas e improdutivas em uma jornada de trabalho, classificando para cada categoria a subdivisão das atividades relacionadas ao trabalho direto, trabalho preparatório, equipamento (envolve a preparação ou movimentação de material), espera por serviço, deslocamentos e tempo pessoal. A análise mais detalhada de cada trabalhador se dá por hora de trabalho mostrando assim dados mais fiéis ao real como é gasto o tempo durante a jornada.

#### **3.5.4 Modelo de Entrada e Saída: Modelo dos Fatores**

O Modelo dos Fatores foi proposto por Thomas; Yiakoumis (1987) com o intuito de superar as dificuldades de medição de produtividade na indústria da construção.

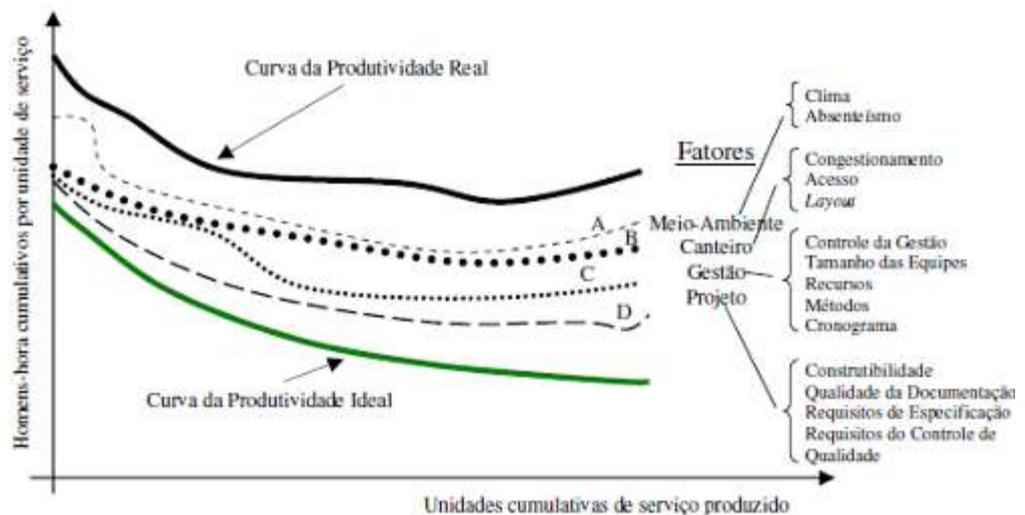
O modelo descreve como objetivo principal, melhorias na produtividade do trabalho desenvolvido por uma equipe, que pode ser afetado por alguns fatores que influenciam seu desempenho aleatória ou sistematicamente.

O efeito cumulativo dos distúrbios causados por estes fatores gera uma curva da produtividade real, cuja forma é irregular e cuja interpretação é complicada. Porém, com uma análise técnica e estatística rigorosa pode-se remover a influência dos efeitos dos fatores existentes, como se fosse “extraída” ou “filtrada” uma a uma da curva real com o objetivo de se obter uma curva de referência que indica a produtividade de referência para o serviço.

Esta curva de referência contém o desenvolvimento do desempenho básico do serviço, realizado dentro das condições de referência, somando-se a uma componente resultante de todas eventuais melhorias oriundas das operações repetitivas.

O comportamento da característica desta curva, em função de aspectos ocorridos das interferências relacionadas às variáveis de diversos fatores - ambientais, canteiro, projeto, métodos e práticas construtivas dentro da gestão, como exemplo, clima, absenteísmo, congestionamento, controle de gestão, tamanho das equipes, construtibilidade - quando conhecidos, poderão então sistematicamente resultar na produtividade ideal. Na Figura 22, exemplifica-se o estudo apresentado (CARRARO, 1998).

**Figura 22. Modelo dos Fatores da Produtividade**



**Fonte: SILVA, 2008 adaptado de THOMAS; YIAKOUMIS, 1987.**

Desse modo, os fundamentos exemplificados no Modelo dos Fatores para a análise diária do estudo da produtividade faz com que se possa obter uma ferramenta de gestão nos recursos físicos (material, mão de obra e equipamentos) dentro do processo produtivo, subsidiando várias iniciativas na tomada de decisão no canteiro de obras.

### 3.5.5 Modelo de Entrada e Saída: Modelo de Estratificação

A Indústria da Construção Civil, de maneira significativa, depende quase que exclusivamente do esforço e mobilização humana. A força humana ou capital humano é a principal força motriz de uma obra, necessitando ser tratada com muita atenção para que os resultados esperados sejam atendidos. As empresas do subsetor de edificações devem estar atentas às informações, buscando novas técnicas e melhoria para gestão dos seus recursos.

A produtividade tem se mostrado para as empresas como um tema bastante importante na melhoria de sua gestão com os estudos de seus indicadores, sendo que na maioria das vezes a produtividade é enxergada de maneira econômica de quanto é investido em um serviço e quanto recebe de retorno.

No entanto, a produtividade tem sido motivo de preocupação na Indústria da Construção Civil como também nas universidades do Brasil. Muitas empresas de construção estão estabelecendo um sistema de acompanhamento de sua produtividade com base em suas experiências práticas e nos bancos de dados dos orçamentos realizados com o intuito de realizar sua gestão em empreendimentos futuros.

Uma pesquisa realizada por duas universidades entre 2006 e 2007 (Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ e a Universidade Estadual do Rio de Janeiro - UERJ) envolvendo uma empresa petrolífera brasileira com o objetivo de se fazer a gestão da produtividade em seus canteiros de obras buscou demonstrar e quantificar as causas da ineficiência na utilização de mão de obra dentro de uma nova forma de tratar o indicador de produtividade da mão de obra (RUP), estabelecendo-se um monitoramento de fracionamento do tempo disponível para o trabalho, contribuindo para a gestão de prazos em projetos de construção.

Tal pesquisa culminou no conceito de “estratificação da produtividade” onde se realiza a mensuração da produtividade em frações relacionadas às atividades da equipe de execução, classificadas em categorias de ocupação da mão de obra, dentro do período de tempo disponível para o trabalho.

Como base metodológica para a pesquisa os autores se embasaram no Modelo dos Fatores (Thomas et. al., 1990), que constitui a melhor ferramenta atualmente disponível para estudar os fatores influenciadores da produtividade.

O indicador que descreve a produtividade é a RUP “Razão Unitária de Produção”, calculada de acordo com equação 1, apresentada no item 3.2.1e definida por Souza (2001).

Araújo et. al. (2012), com base no conhecimento da quantidade de horas na equação 1, a apresenta da seguinte forma:

$$Dias \times Horas = \frac{RUP \times QS}{Homens} \quad \text{Equação 2}$$

Evidenciando, encontrar uma duração em dias para o processo que está sendo estudado apresenta:

$$Dias = \frac{RUP \times QS}{Homens \times Horas} \quad \text{Equação 3}$$

Conforme as equações apresentadas, os autores estabelecem três maneiras de reduzir a duração em dias para o processo: aumentando os recursos (Homens), melhorando a produtividade (RUP) ou ambos. O aumento dos recursos humanos causa impacto financeiro para empresa, além de não haver garantias reais de redução de prazo. Adequando os recursos em função do conhecimento das atividades e sua duração, os valores da RUP serão reduzidos de forma que os ganhos de operacionalização sejam pontuais e eficientes para empresa.

Neste contexto os autores identificaram que, dentro de um dia disponível de trabalho, várias são as interferências de outras atividades que ocorrem em concomitante no serviço que podem interromper a atividade de um oficial ou equipe direta interferindo em toda a cadeia produtiva do canteiro de obras.

O modelo estratifica o indicador da produtividade em pequenas frações, que são quantificadas, organizadas e estruturadas como uma árvore hierárquica, identificando as principais influências dos fatores dentro destas frações na mão de obra. Como afirma (LUCARINY, 2013 p.21-22):

[...] Esse modelo de gestão de produtividade coleta informações sobre a RUP, estratifica as informações em indicadores de como o tempo foi usado (deslocamento, paralisação, mobilização, serviço etc.), identifica os fatores que inibem a produtividade, trata estes fatores e faz um acompanhamento contínuo para garantir que há o comprometimento e a disciplina da mão de obra para implementar as melhorias apresentadas.

Após encontrar os fatores que influenciam a maneira como o tempo é aproveitado, e que explicam as variações de produtividade, são necessárias análises dos mesmos, para que possa ser examinada em separado apenas a fração de tempo que é influenciada pelo fator identificado. O método de “estratificação da produtividade” permite essa análise, pois trata as horas disponíveis como um conjunto de fragmentos de tempo independentes, em vez de ver o tempo todo.

Recentemente, Martins (2013) apresentou, em sua dissertação, um detalhamento do modelo de estratificação, proposto por Araújo; Sampaio (2012), sendo este composto por cinco fases apresentadas na Figura 23 e detalhadas na sequência.

**Figura 23. Fases do modelo de estratificação**



**Fonte: elaborado pela autora, 2014 adaptado de MARTINS, 2013.**

## **1. Planejamento da avaliação**

A primeira fase consiste no Planejamento da avaliação no qual é realizada a escolha do serviço a ser analisado, definindo-se o objeto físico a ser construído, quais atividades serão analisadas e quais medidas serão adotadas para as unidades de saída, ou seja, quantidade executada de serviço.

## **2. Avaliação**

Para Martins (2013):

A etapa de Avaliação consiste na caracterização da maneira como executar o acompanhamento da avaliação em campo. É feita a escolha aleatória da equipe de trabalho, concentrando o foco na mão de obra e suas atividades individuais dentro do tempo disponível para o trabalho. Nesta segunda fase são capturados os seguintes dados de campo:

- Homens-horas (Hh);
- Quantidade executada de serviço (QS) durante o período estabelecido para a medição;
- Conteúdo de trabalho (quantitativo), que engloba os recursos físicos e o tipo de processo usado na atividade ou serviço;
- Contexto de trabalho (qualitativo), que engloba todas as condições gerais do trabalho externa e interna, como clima, ferramentas usadas, as condições do local, entre outros;
- Registros de ocorrências inesperadas (anormalidades).

O modelo foi desenvolvido com intuito de ser aplicado em qualquer tipo de serviço e em vários tipos de obras, fazendo com que seus resultados sejam eficientes a partir da minuciosa coleta dos dados e tratamento dos mesmos.

A coleta de dados é feita respeitando-se uma estrutura analítica de ocupações constituindo uma árvore hierárquica de ocupações divididas em níveis, a partir de um nível mais amplo (ID1) composto por 7 categorias ou classes de atividades. Tais categorias podem ser decompostas em níveis hierárquicos mais específicos em função do tipo de serviço a ser analisado (ARAÚJO; SAMPAIO, 2012).

O Modelo da Estratificação está alicerçado nas seguintes diretrizes:

- Respeitar o primeiro nível de ocupações (ID1), composto por 7 classes de atividades que são a base para qualquer procedimento produtivo que seja monitorado, a saber:
  - **Apoio** – Qualquer atividade que sirva de apoio à atividade principal;
  - **Exigências do cliente** – Atividades de controle da conformidade do pessoal exigida pelo contratante;
  - **Deslocamentos** – Tempo gasto em deslocações dentro do canteiro de obras sem contabilizar o transporte de materiais à mão de obra;
  - **Paralisação** – Espera na preparação do local de execução da atividade ou serviço no canteiro de obra, equipamentos, materiais, atividades precedentes, entre outros;
  - **Equipamentos** – Mobilização de materiais e equipamentos;
  - **Atrasos** – Atrasos de qualquer natureza dentro do canteiro de obras;
  - **Trabalho direto** – Todos os esforços feitos pela mão de obra no intuito de executar a atividade ou serviço para a qual foram destacados no canteiro de obras;
- Decompor o ID1 em outros níveis de atividade (ID2, ID3, ..., IDn) com o objetivo de identificar as atividades mais específicas desenvolvidas pela mão de obra;
- A segunda classe de atividade (ID2) sofre um detalhamento relativamente em relação à primeira (ID1) adquirindo características particulares da atividade executada;
- Facilitar o entendimento das sequências das atividades de um dia de trabalho servindo como ferramenta de comunicação.

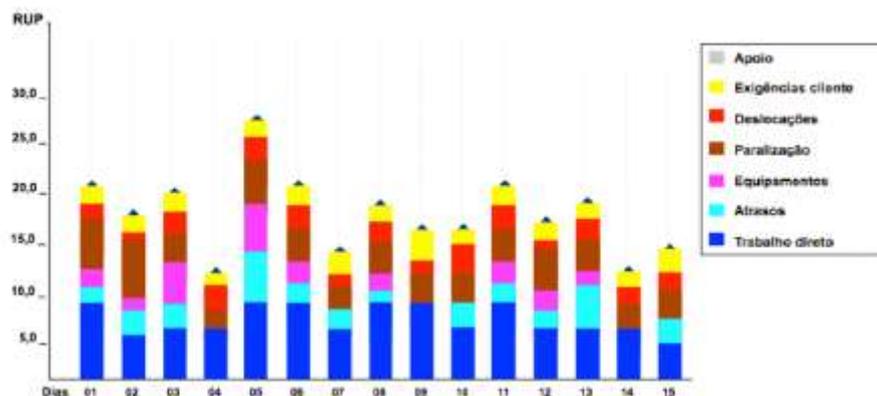
O detalhamento da estrutura analítica de ocupações vai até o final da atividade ou serviço de maneira a atingir todo o processo de execução e suas partes específicas, ao ponto de este método ser aplicado em vários tipos de obras, fazendo com que garanta a eficiência na

diminuição dos problemas de qualificação da mão de obra e da produtividade. Permite também troca mais eficiente de informações entre o canteiro de obras e sua gerência. Para atingir este objetivo, foi elaborado um programa computacional para a coleta e processamento das informações, denominado PRODCAT. Este pode ser operado por meio de PDA'S (*Personal Digital Assistant*) ou outros aparelhos que usem o a tecnologia Windows.

### 3. Processamento dos dados

Para a coleta e processamento dos dados é de extrema importância que tenha um indicador de abrangência universal para efetuar a análise da produtividade e que possa ser de entendimento de todos os envolvidos com o modelo de estratificação. Também deve permitir que os devidos tratamentos de forma que sejam gerados gráficos para facilitar posterior análise. Na Figura 24 exemplifica-se a representação gráfica diária das réguas de produtividade em uma obra em função a uma classe de atividades dentro de um serviço no canteiro de obras.

**Figura 24. Exemplo da representação gráfica do modelo de estratificação**



Fonte: CARVALHO et. al., 2011.

De acordo com a avaliação de campo e confecção da régua de produtividade referente à primeira classe (ID1), posteriormente são introduzidas as réguas de produtividade para uma análise mais apurada da equipe e do tempo (semanas, meses ou ano) de execução do trabalho, obtendo uma evolução cumulativa dos dados para uma ideia da evolução dos indicadores de produtividade ao longo do estudo.

Por fim, são introduzidas as disposições gráficas da segunda (ID2) e terceira (ID3) classe de atividades analisadas e estratificadas uma em função da outra apresentada graficamente na Figura 25 para um determinado período de estudo.



O Modelo da Estratificação desenvolvido tem na sua essência promover a gestão da produtividade da mão de obra uma vez que se detectam as causas e origens de uma eventual discrepância com o que foi planejado.

Embora não seja objetivo neste trabalho o estudo da gestão da produtividade da mão de obra na execução de revestimentos de gesso em pasta, acredita-se estar dando um grande passo para entender melhor o processo de execução deste serviço com base na estratificação deste indicador, motivo pelo qual este será o Modelo adotado neste trabalho com as devidas adaptações que serão apresentadas no capítulo 4 a seguir.

## **4. MÉTODO DE COLETA E PROCESSAMENTO**

Neste capítulo apresenta-se o método de coleta e processamento de dados sobre produtividade da mão de obra na execução de revestimento de gesso em pasta considerando a divisão de categorias de ocupação dos operários.

### **4.1 Estruturação das categorias de ocupação das atividades**

Baseado no Modelo de Estratificação proposto por Araújo; Sampaio (2012) apresentado no item 3.5.4.2 atribui-se que, durante a execução do serviço, a mão de obra pode realizar atividades diferentes durante ao um dia disponível de trabalho, que podem ser classificadas dentro de uma estrutura analítica de ocupações. Esta estrutura analítica compõe-se de categorias gerais, tendo-se para cada uma, outro conjunto de atividades mais específicas, de forma a obter o maior acompanhamento produtivo do serviço.

Portanto, o Modelo de Estratificação determina um detalhamento das atividades relacionadas a um serviço de maneira que seja identificada e possivelmente reduzida a falta de eficiência na produtividade no exato momento de sua execução no dia de trabalho. Para este trabalho adotou-se a mesma estrutura analítica de ocupações de atividades propostas por estes autores no que diz respeito ao primeiro nível. As atividades relacionadas ao segundo e terceiro níveis foram adaptadas para o serviço de revestimento de paredes e tetos utilizando gesso em pasta.

Assim, se obteve uma árvore hierárquica de classes de atividades, partindo das mais gerais até as mais específicas, seguindo a proposta de monitoramento produtivo das horas disponíveis de trabalho em função da execução da quantidade de serviço (saídas).

Estabelece-se, assim, um processo de análise para explicar a variação da produtividade da mão de obra (RUP) em função das várias modalidades de RUP (RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial), baseado no Modelo de Fatores.

No Quadro 14 apresenta-se a árvore hierárquica de categorias de ocupação das atividades para o serviço em questão.

**Quadro 14. Categoria de ocupação e suas respectivas subcategorias: revestimento de gesso em pasta**

Classe de Categorias		Subcategorias das classes de categorias			
(ID1)	Sigla	ID2		ID3	
		Atividade	Sigla	Atividade	Sigla
Trabalho direto	TD	Teto	TTO	Aplicar	PTA
				Sarrafeiar	PTS
				Desempenar	PTD
				Cantos, quinas e frisos	PTF
				Pontos elétricos	PTE
				Parede	PAR
		Sarrafeiar	PPS		
		Desempenar	PPD		
		Cantos	PPC		
		Rodapé	PPR		
		Pontos elétricos	PPE		
		Atrasos	AT	Falta matéria-prima	AMP
	Falta de gesso			AGE	
Sem frente de serviço	AFS			Falta de instalações	AFI
				Falta de esquadrias	AFE
Alimentação	AAL			Tempo almoço maior	ATA
				Falta de comunicação	AFC
Pagamento	APG			Não cumprimento do acordo	AAC
Mobilização	MO			Materiais	MOM
		Por apartamento	MMP		
		Por andar	MMD		
		Ferramentas e equipamentos	MOF	Andaimes - Montagem	AMA
				Andaimes - Desmontagem	ADA
				Andaimes - Movimentação	AMO
				Geral – Acessórios	MFE
Paralisações	PA	Necessidades pessoais	PAP	Descansar	IID
				Lanche fora do horário	IIL
				Vícios	IUS
				Outros	ILO
		Reação pasta	PRP	Gesso com aditivo	PGA
				Gesso sem aditivo	PGS
Deslocamentos	DE	Movimentação de entulho	DME	Ensacar	IME
				Retirada de entulho	DRE
Apoio	AP	Preparação da base	APB	Proteção antiferrugem	APA
				Limpeza da base	APL
				Preparação do material	APP
				Aplicação	PPB
		Preparação da pasta	APG	Limpeza caixote e ferramentas	ALF
				Dosagem e mistura	ADM
Exigências do cliente	EC	-	-	-	-

Fonte: elaborado pela autora, 2014.

De acordo com este Quadro, a estrutura analítica das atividades de ocupação, no seu nível principal (ID1), é composta por 7 (sete) categorias de ocupação das atividades referente ao serviço analisado:

- Trabalho direto (TD);
- Atrasos (AT);
- Mobilização (MO);
- Paralisações (PA);
- Deslocamentos (DE);
- Apoio (AP);
- Exigências cliente (EC).

Para cada categoria de atividade foram estabelecidos subcategorias das atividades dentro de um nível de identificação (ID2 e ID3). No Quadro 15 apresenta-se a descrição de cada atividade relacionada aos respectivos níveis.

**Quadro 15. Identificação das categorias e subcategorias da ocupação das atividades**

Categoria Principal (ID1)	Subcategorias		Função/descrição
	Sigla (ID2)	Sigla (ID3)	
TD	TTO	PTA	Aplicação manual da pasta de gesso na camada de espalhamento no teto com auxílio da desempenadeira de PVC
		PTD	Aplicação manual da camada de acabamento “camada de queima” da pasta de gesso com auxílio da desempenadeira de aço com movimentos no teto e canto do teto com encontro na parede.
		PTS	Deslizamento da régua de alumínio sobre a camada de espalhamento da pasta de gesso para retirar os excessos grosseiros, ou seja, “cortar” ou “sarrafear” no teto.
		PTF	Aplicação manual da camada de acabamento “camada de queima” da pasta de gesso com auxílio de desempenadeira de aço com aplicação no teto com o encontro na parede (cantos, quinas) ou friso (superfície plana que forma uma faixa contínua – banda, filete, faixa ou moldura) no teto.
		PTE	Procedimento de tampar e abrir os pontos elétricos existentes nos tetos como: caixa octogonal de embutir para teto para iluminação ou pontos de ar-condicionado.
	PAR	PPA	Aplicação manual da pasta de gesso na camada de espalhamento na parede com auxílio da desempenadeira de PVC
		PPS	Deslizamento da régua de alumínio sobre a camada de espalhamento da pasta de gesso para retirar os excessos grosseiros, ou seja, “cortar” ou “sarrafear” na parede do canto ao centro.
		PPR	Deslizamento da régua de alumínio sobre a camada de espalhamento da pasta de gesso para retirar os excessos grosseiros, ou seja, “cortar” ou “sarrafear” com movimentos no rodapé da parede.
		PPD	Aplicação manual da camada de acabamento “camada de queima” da pasta de gesso com auxílio da desempenadeira de aço na parede.
		PPC	Aplicação manual da camada de acabamento “camada de queima” da pasta de gesso com auxílio da desempenadeira de aço com movimentos no teto com o canto/friso do teto com o encontro na parede.
		PPE	Procedimento de tampar e abrir os pontos elétricos existentes nas paredes como: quadro de distribuição, caixa retangular 4X2 ou 4x4 de embutir para paredes para uso de tomadas e iluminação ou pontos de ar-condicionado.

**Quadro 15 - Identificação das categorias e subcategorias da ocupação das atividades -  
continuação**

Categoria Principal (ID1)	Subcategorias		Função/descrição
	Sigla (ID2)	Sigla (ID3)	
AT	AMP	AAG	Falta de água no canteiro de obras
		AGE	Falta de matéria prima (gesso em pó) no canteiro de obras
	AFS	AFI	Falta de instalações elétricas
		AFE	Falta de esquadrias
	AAL	ATA	Tempo maior de almoço ou falta de almoço suficiente para a equipe de trabalho
		AFC	Falta de comunicação com o mestre de obras com relação à frente de serviço
APG	AAC	Insatisfação por falta de pagamento no tempo correto	
MO	MOM	MMA	Movimentação de ferramentas de utilização e manuseio para o serviço de aplicação de gesso em pasta (despenadeira de PVC e aço, apanhador ou pegador de gesso, régua de alumínio de dimensões variadas, recipiente de plástico de preparação de gesso e baldes de plástico) é realizada intermitente em função da preparação e aplicação, pois dentro da área de aplicação coloca-se na melhor posição para o uso ergonomicamente favorável ao profissional, em outro momento é a colocação e retirada das régua de alumínio nos cantos e quinas de paredes, acabamentos de vigas ou detalhamentos de frisos existentes nas paredes ou teto. Na movimentação de material consideramos os sacos de 40 kg de gesso em pó e os baldes de água do enchimento no barril de plástico tanto no carregamento / descarregamento do local de estoque (ambiente) até o recipiente de preparação da pasta de gesso.
		MMP	Movimentação de ferramentas e material no apartamento por pavimento
		MMD	Movimentação de ferramentas e material no pavimento por andar
	MOF	AMA	Movimentação de andaime que tem como composição as chapas de compensado e o cavalete de sustentação. O andaime é transportado em partes de um ambiente em mesmo nível como nos cômodos de um apartamento e corredores ou em níveis diferentes de um andar para outro ou em escadas.
		ADA	Montagem de andaime é feita em cada ambiente primeiramente com acomodação dos cavaletes e depois sobre os mesmos são fixados horizontalmente as placas de compensado de acordo com a capacidade das dimensões de cada ambiente.
		AMO	Desmontagem de andaime é feita em cada ambiente primeiramente com a retirada das placas de compensado e sua movimentação com o auxílio dos cavaletes de acordo com a capacidade das dimensões de cada ambiente.
		MFE	Movimentação geral de material, ferramentas, acessórios.
	PA	PAP	IID
IIL			Lanche fora do horário prevista do almoço no período disponível de trabalho.
IUS			Necessidades fisiológicas, uso de aparelho móvel de telefonia, uso de cigarro e troca de vestuário no início e fim da jornada de trabalho.
ILO			Execução por solicitação da conferência da medição do mestre de obras, erro ocasionado por está fora do alinhamento tanto na parede ou teto. Como também execução em área equivocada da prevista por falta de orientação do mestre de obras gerando quebra do revestimento e nova aplicação de pasta de gesso.
PRP		PGA	Parado aguardando a reação do gesso + água + aditivo (natural e artificial)
		PGS	Parada aguardando a reação do gesso + água + sem aditivo

**Quadro 15 - Identificação das categorias e subcategorias da ocupação das atividades – continuação**

Categoria Principal (ID1)	Subcategorias		Função/descrição
	Sigla (ID2)	Sigla (ID3)	
DE	DME	IME	O ensacamento do entulho oriundo do serviço de aplicação de gesso, em sua maioria é realizado pela empresa contratada por uma equipe apenas para este fim, na qual realiza em outro horário ou no final de semana. Eventualmente o profissional no dia disponível de trabalho na obra faz essa movimentação de entulho dentro da área de aplicação após o termino da parte superior onde tem-se o andaime montado ou no final de cada conclusão do ambiente.
		DRE	Procedimento da movimentação e retirada de entulho é colocado nos de sacos de 40 kg de gesso em pó vazio e empilhados no centro de cada ambiente.
AP	APB	APA	Aplicação de material antiferrugem no teto e na parede com auxílio de um pincel após retirar detritos para evitar oxidação entre a superfície e a camada final do revestimento de gesso
		APL	Limpeza no teto, parede e piso com auxílio de ferramentas (espátula, machadinha, vanga tipo quadrada, enxada e vassoura) para retirar detritos existentes como restos de material orgânico (madeira) ou outros tipos (pregos, arames, tubulação elétrica e fios) ou da sobra de material do recipiente de preparação da pasta de gesso (caixote de plástico).
		APP	Preparação manual da mistura (adesivo-bianco + cimento + areia fina) do produto de fixação do substrato do teto.
	APG	PPB	Aplicação manual de produto de fixação do substrato do teto para o contato com a camada de espalhamento da pasta de gesso com auxílio do rolo de lã.
		ALF	Limpeza e organização das ferramentas de utilização e manuseio para o serviço de aplicação de gesso em pasta (despenadeira de PVC e aço, apanhador ou pegador de gesso, régua de alumínio de dimensões variadas, recipiente de plástico de preparação de gesso e baldes de plástico) como também as ferramentas de limpeza (espátula, machadinha, vanga tipo quadrada, enxada e vassoura).
		ADM	Preparação da pasta de gesso desde a colocação da água e o gesso em pó na proporção (traço) correspondente a área a ser aplicada

**Fonte: elaborado pela autora (2014)**

## 4.2 Procedimentos para coleta de dados

A coleta de dados em campo foi realizada com o entendimento do que ocorria dentro do canteiro de obras como ilustra a Figura 26, ou seja, com as entradas (mão de obra e o gesso em pó) e as saídas (quantidade de m<sup>2</sup> de revestimento de gesso em pasta na parede e teto).

**Figura 26. Fluxograma do processo de execução**



**Fonte: elaborada pela autora, 2014.**

### 4.2.1 Entradas

Os dados de entrada para homem-hora (Hh) foram obtidos diariamente, anotando-se o início e o término de cada atividade desenvolvida pelos integrantes da equipe de execução de acordo com as categorias ID3 apresentadas no Quadro 14.

Para o intervalo estabelecido da atividade do almoço (AL) ficava condicionada ao horário da obra e/ou entrega do empreiteiro, normalmente em função da quantidade de profissionais envolvidos no serviço de revestimento de gesso no empreendimento. Com isso a decomposição de cada atividade dentro da categoria hierarquicamente agrupada foi crucial para a compreensão da sequência típica para um dia de trabalho e uma ferramenta para a comunicação na pesquisa para o devido preenchimento dos instrumentos de coleta.

Assim, dentro do tempo disponível de trabalho se realizou uma observação contínua e direta do tempo, minuto a minuto das atividades exercidas pelos integrantes da equipe de execução, classificando-as de acordo com o Quadro 15.

A coleta de dados foi realizada utilizando-se a planilha apresentada na Figura 27.

**Figura 27. Dinâmica do preenchimento diário da mão de obra**

PLANILHA DAS ATIVIDADES POR CATEGORIAS DE OCUPAÇÃO								
Empresa: SC 5								
Obra: A								
Tipologia: Estrutura de mista de concreto armado e blocos cerâmicos de vedação								
Pavimento: 7º andar								
Apartamento: 73 e 78								
Serviço: Revestimento em pasta de gesso						Data: 24/02/2014		
Oficial: Sérgio			Oficial: Edvaldo			Oficial: Gilmar		
Período		Atividade	Período		Atividade	Período		Atividade
Início	Término		Início	Término		Início	Término	
07:00	07:10	IUS	07:00	07:10	IUS	07:00	07:05	IUS
07:10	07:15	AMF	07:10	07:15	AMF	07:05	07:15	AMO
·	·	·	·	·	·	·	·	·
·	·	·	·	·	·	·	·	·
10:45	11:05	PPD	10:40	11:00	PPD	11:35	11:38	APE
11:05	11:15	ALF	11:00	11:13	ALF	11:38	12:00	IIP
11:15	11:16	AMF	11:13	11:15	AMF	12:00	13:00	AL

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

### 4.2.2 Saídas

Para a coleta da quantidade de serviço (QS) foi feita diariamente dentro do executado pela mão de obra por metro quadrado (m<sup>2</sup>) de área líquida descontando-se vãos livres quando

existir na aplicação de revestimento em gesso separadamente para parede e teto de acordo com a execução de cada ambiente no pavimento da obra.

### 4.3 Processamento dos dados

O processamento dos dados foi feito com o preenchimento da planilha estruturada para as categorias de ocupação das atividades (Apêndice A), como ilustra a Figura 27 associando o esforço (Hh) a cada subcategoria da atividade do nível ID3 de acordo com as siglas correspondentes apresentadas no Quadro 14 e a quantidade de serviço (QS) executada em cada dia de trabalho.

De posse destas informações procedeu-se o processamento das RUP's, nas suas diversas modalidades (Diária, Cumulativa e Potencial) por categorias e subcategorias das atividades de acordo com a árvore hierárquica elaborada (Figura 28).

**Figura 28. Hierarquia da estrutura analítica das categorias e subcategorias**



Fonte: elaborada pela autora, 2014.

Assim, os indicadores de produtividade estratificada (RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial) foram obtidos para cada obra pesquisada considerando os níveis ID1 (categorias principais) e ID2, ID3 (subcategorias). Na Figura 29 são ilustradas as equações para o cálculo da RUP no nível ID1.

**Figura 29. RUP's estratificadas: nível ID1**

$$\begin{array}{l}
 \text{RUP}_{ID1} \left\{ \begin{array}{l}
 RUP_{trab.direto (TD)} = \frac{Homens \times horas_{trab.direto}}{QS} \\
 RUP_{atrasos (AT)} = \frac{Homens \times horas_{atrasos}}{QS} \\
 RUP_{mobilização (MO)} = \frac{Homens \times horas_{mobilização}}{QS} \\
 RUP_{paralisação (PA)} = \frac{Homens \times horas_{paralisação}}{QS} \\
 RUP_{deslocamento (DE)} = \frac{Homens \times horas_{deslocamento}}{QS} \\
 RUP_{apoio (AP)} = \frac{Homens \times horas_{apoio}}{QS}
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

#### 4.4 Considerações acerca do capítulo

Neste capítulo se apresentou o método de coleta e processamento dos dados, com base em uma estrutura analítica de ocupações (EAO) proposta para o acompanhamento da produtividade da mão de obra na execução do revestimento interno de gesso em pasta, de acordo com o que é preconizado pelo Modelo de Estratificação.

Apesar de se tomar como base este Modelo, a proposta deste trabalho em termos de coleta de dados difere no que diz respeito à forma de acompanhamento das atividades desenvolvidas pelas equipes de trabalho.

Enquanto o Modelo de Estratificação prevê o acompanhamento por frequência de observações em intervalo de tempo pré-definido, neste trabalho optou-se pelo acompanhamento integral dos operários das equipes ao longo do dia de trabalho.

Neste caso, anota-se o tempo de início e fim de cada atividade desenvolvida seguindo a estrutura analítica de ocupações (EAO) proposta no seu nível mais específico (ID3).

## 5. ESTUDO DE CASO

Neste capítulo são apresentados os resultados acerca da produtividade estratificada da mão de obra na execução do revestimento de gesso em pasta relativos a cinco estudos de caso realizados.

### 5.1 Caracterização da tipologia das obras

Todas as cinco obras estudadas são de empresas diferentes, identificadas pelas siglas SC1, SC2, SC3, SC4 e SC5, e localizadas na cidade de São Carlos, interior do Estado de São Paulo. As principais características destas obras são apresentadas no Quadro 16. O detalhamento de cada uma é feita na sequência.

**Quadro 16. Características gerais das obras**

Empresa	Obra	Tipologia Construtiva	Tipo de Blocos	Tipo de Laje	Pav.	Apartamento
Construtora de médio porte com financiamento próprio e terceiros	SC1	Alvenaria estrutural	Concreto	concreto	9	4
Construtora de pequeno padrão com financiamento próprio (cliente)	SC2	Alvenaria estrutural com pilotis	Concreto	premoldada	5	4
Construtora de médio e alto porte com financiamento próprio e terceiros	SC3	Alvenaria estrutural	Concreto	concreto	18	4
Construtora de médio e alto porte com financiamento próprio e terceiros	SC4	Alvenaria estrutural com pilotis	Cerâmico	concreto	7	4
Construtora de médio e alto porte com financiamento de terceiros	SC5	Estrutura reticulada de concreto	Cerâmico	concreto	10	8

**Fonte: elaborado pela autora, 2014.**

#### 5.1.1 Obra SC1

A obra SC1 consiste num um edifício residencial tendo uma única torre de nove pavimentos com quatro apartamentos por pavimento representado na Figura 30. De acordo com o projeto de arquitetura, o apartamento é composto de suíte, dormitório, sala de estar, varanda, banheiro, cozinha e área de serviço com uma área útil de 65,76 m<sup>2</sup> (ANEXO A). O revestimento de gesso em pasta foi aplicado na parede e teto nas áreas da suíte, dormitório, circulação e sala de estar, sendo que na cozinha somente aplicado no teto.

A coleta de dados nesta obra ocorreu entre 03/06/2013 e 15/06/2013, no 5º pavimento, perfazendo 10 dias úteis de coleta. O serviço foi executado por um único oficial, sem a presença de ajudantes (equipe direta).

**Figura 30. Vista da obra SC1**



**Fonte: elaborado pela autora, 2014.**

### **5.1.2 Obra SC2**

A obra SC2 trata-se de um edifício residencial tendo uma única torre de cinco pavimentos, com quatro apartamentos por pavimento representado na Figura 31. O projeto de arquitetura prevê dois tipos de layout para os apartamentos, tendo como diferença a opção por dormitório e suíte. Assim, os apartamentos tipo se dividem nos seguintes ambientes suíte e/ou dormitório, sala, cozinha, banheiro e circulação com uma área útil de 32,85 m<sup>2</sup> (ANEXO B). O revestimento de gesso em pasta foi aplicado nas paredes e tetos da suíte e/ou dormitório, circulação e sala, sendo que na cozinha não foi aplicado no teto.

A coleta de dados nesta obra ocorreu entre 13/09/2013 e 27/09/2013, perfazendo 10 dias úteis de coleta. O serviço foi executado no 3º e 4º pavimento por um único oficial, ou seja, sem ajudantes (equipe direta).

**Figura 31. Vista da obra SC2**



**Fonte: elaborado pela autora, 2014.**

### 5.1.3 Obra SC3

A obra SC3 trata-se de um edifício residencial tendo uma única torre de dezoito pavimentos, com quatro apartamentos por pavimento representado na Figura 32. De acordo com o projeto de arquitetura, o apartamento é constituído de suíte, dormitório, sala, banheiro, cozinha e varanda gourmet com uma área útil de 82,00 m<sup>2</sup> e 83,74 m<sup>2</sup> (ANEXO C). O revestimento de gesso em pasta foi aplicado nas paredes e tetos da suíte, dormitório, circulação e sala; na cozinha a aplicação do gesso se deu somente no teto.

A coleta de dados nesta obra ocorreu entre 03/10/2013 e 18/10/2013, perfazendo 12 dias úteis de coleta. O serviço foi executado do 5º ao 7º pavimento por uma equipe variando de 1 a 5 oficiais sem ajudantes (equipe direta).

**Figura 32. Vista da obra SC3**



**Fonte: elaborado pela autora, 2014.**

### 5.1.4 Obra SC4

A obra SC4 trata-se de um edifício residencial e comercial tendo uma única torre de sete pavimentos composto de um subsolo, um térreo com uma transição (lojas e apartamentos) e cinco pavimentos tipo com quatro apartamentos por pavimento representado na Figura 33.

O projeto de arquitetura distribui-se em dois tipos de layout com cada apartamento composto de suíte, dormitório, sala, banheiro, cozinha e varanda gourmet com uma área útil de 66,80 m<sup>2</sup> e 83,25 m<sup>2</sup> (ANEXO D). O revestimento de gesso em pasta foi aplicado nas

paredes e tetos da suíte, dormitório, corredor e sala de estar. Na cozinha não houve aplicação de gesso.

A coleta de dados nesta obra ocorreu entre 10/02/2014 e 21/02/2014, perfazendo 10 dias úteis de coleta. O serviço foi executado do 3° ao 6° pavimento, por uma equipe variando de 1 a 7 oficiais sem ajudantes (equipe direta).

**Figura 33. Vista da obra SC4**



**Fonte: elaborado pela autora (2014)**

### **5.1.5 Obra SC5**

A obra SC5 consiste em um edifício residencial e comercial tendo uma única torre de dez pavimentos, sendo que oito andares de pavimento-tipo que obedece à tipologia de 8 apartamentos, um subsolo e o térreo são garagem e lojas comerciais representada na Figura 34. Cada apartamento tipo “lofts” composto de um espaço integrado de dormitório/sala, banheiro, varanda tipo “gourmet” e cozinha com uma área útil de 38 m<sup>2</sup> (ANEXO E). O revestimento de gesso em pasta foi aplicado nas paredes e tetos em todas as áreas; na cozinha a aplicação se deu somente no teto.

A coleta de dados nesta obra ocorreu entre 22/02/2014 e 14/03/2014, do 6° até 9° pavimento, perfazendo 11 dias úteis de coleta. O serviço foi executado por uma equipe variando de 1 a 10 oficiais sem ajudantes (equipe direta).

**Figura 34. Vista da obra SC5**

Fonte: elaborado pela autora, 2014.

## 5.2 Caracterização do serviço de revestimento de gesso em pasta das obras

No Quadro 17, a seguir, apresenta-se um resumo das principais características dos serviços analisados nas obras.

**Quadro 17. Características gerais do serviço de revestimento de gesso em pasta**

Obra	Dias de coleta	Modalidade contratação	Nº. de Oficial	Pagamento	Controle de Qualidade	Tipo de acabamento	Espessura do revestimento	Aditivo retardador de pega	Tipo de plataforma de apoio
SC1	10	Subcontratada	1	A vista	não	Desempenado	2 mm a 5 mm	Natural	Madeira
SC2	10	Subcontratada	1	A vista	não	Desempenado	1,5 mm a 5 mm	Natural	Madeira
SC3	12	Subcontratada	1 a 5	A vista	sim	Desempenado	2 mm a 5 mm	Artificial	Madeira
SC4	10	Subcontratada	1 a 7	A vista	sim	Desempenado	2 mm a 5 mm	Artificial	Madeira
SC5	11	Subcontratada	1 a 10	A vista	sim	Desempenado	1,5 mm a 5 mm	Não	Madeira

Fonte: elaborado pela autora, 2014.

Na sequência apresenta-se um detalhamento destas características:

### 5.2.1 Obra SC1

A empresa responsável pela obra SC1 tem uma equipe de administração própria. No canteiro de obras contam com um mestre de obras que administra todos os serviços da obra, inclusive, os subcontratados como o de revestimento de gesso em pasta. Neste caso, foi contratada uma empreiteira que disponibilizou uma equipe composta, basicamente, por oficiais (gesseiros) e sem equipe de apoio (ajudantes). A empreiteira também se responsabilizava pelo fornecimento do material (sacos de gesso de 40 kg).

Cada oficial era encarregado pela execução do revestimento em cada apartamento, abrangendo desde o descarregamento e carregamento dos sacos de gesso em pó, transporte dos mesmos para o local de estoque no canteiro de obras no pavimento térreo e deste para o pavimento-tipo em execução por meio de elevador de cargas.

A preparação da pasta de gesso também era de sua responsabilidade. Esta era realizada em caixote específico com quantidade de água previamente dosada e adição de gesso em pó e aditivo retardador (natural).

No que diz respeito à execução do revestimento de gesso, o substrato (base da parede e teto) era previamente limpo com a retirada de detritos. No teto já havia uma aplicação de uma camada de aderência para o posterior recebimento do revestimento de gesso do tipo desempenado. Na Figura 35 ilustra-se o processo de execução do revestimento desta obra.

**Figura 35. Procedimentos de preparação e aplicação do gesso em pasta da obra SC1**





j) Uso da régua (PPC)



k) Desempenar (PPD)



l) Limpeza do caixote (ALF)

**Fonte: elaborado pela autora, 2014.**

A camada, com uma pequena espessura (cerca de 2 mm a 5 mm), é obtida em uma ou mais camadas sobrepostas, tendo uma espessura final de acordo com as condições da base.

A execução do revestimento iniciava-se pelo teto. Em seguida era revestida a parte superior da parede (da base do andaime de madeira até o encontro com o teto).

O alinhamento dos planos formados pelas paredes e teto era feito com auxílio de uma régua de alumínio. O mesmo procedimento era utilizado para garantir o alinhamento vertical entre planos de alvenaria.

O acabamento era feito com desempenadeira de aço e, ao final, o oficial realizava marcação com lápis de carpinteiro em todos os cantos (entre paredes e entre paredes e tetos) de forma a conferir seu alinhamento e garantir a qualidade do revestimento em relação a este quesito. Ressalta-se, portanto, que tal necessidade implica em maior cuidado por parte da empresa construtora no rigor da execução da conferência deste revestimento e, conseqüentemente, uma dificuldade de ter um alinhamento correto em toda a parede até o rodapé.

A retirada do entulho gerado durante a execução do revestimento era de responsabilidade da subcontratada, porém era feita por outra equipe, em horário alternativo, geralmente após o horário de serviço. O mesmo era transportado para o pavimento térreo para posterior descarte, sendo este de responsabilidade da empresa construtora.

O pagamento dos operários da empresa da subcontratada era feito após o término de cada pavimento e após conferência visual do engenheiro civil e mestre de obra quanto às condições de planicidade e esquadro das paredes de cada ambiente.

### 5.2.2 Obra SC2

A obra SC2 tem como único responsável pela obra um engenheiro civil. No canteiro de obras todos os serviços são subcontratados tendo responsabilidade individualizada para

cada serviço, inclusive, para o revestimento de gesso em pasta. A subcontratada tinha uma equipe com a mesma estrutura e fornecimento de material da obra SC1.

A execução do serviço revestimento de gesso em pasta era feita por único oficial, responsável pelo transporte, manuseio e estoque dos sacos de gesso do pavimento térreo até o ambiente do pavimento-tipo por meio de elevador de cargas.

A produção da pasta assemelha-se ao da SC1. O gesso, embalado em sacos de 40 kg, era polvilhado num barril disposto com água e aditivo retardador (natural).

Na execução do revestimento de gesso, preparava-se o substrato foi por meio da sua limpeza e retirada de detritos, sem aplicação de camada de aderência no teto. Trata-se de um revestimento do tipo desempenado, de pequena espessura final (cerca de 1,5 mm a 5 mm) de acordo com as condições da base. Na Figura 36 são ilustrados os procedimentos empregados na execução do revestimento desta obra.

**Figura 36. Procedimentos de preparação e aplicação do gesso em pasta da obra SC2**



a) Colocação de aditivo



b) Movimentação (MMA)



c) Colocação da água (ADM)



d) Adição do gesso (ADM)



e) Descansar (IID)



f) Limpeza (APL)



g) Pontos elétricos (PPE)



h) Camada de espalhamento (PPA)



i) Limpeza da ferramenta (ALF)



j) Aplicação rodapé (PPR)



k) Desempenar (PPD)



l) Sarrafear (PPS)

**Fonte: elaborado pela autora, 2014.**

A aplicação do revestimento iniciava no teto e sequencialmente até as paredes superiores com auxílio da régua de alumínio para obter o nível e alinhamento de teto com o

plano vertical da parede. O acabamento era feito com a desempenadeira de aço e com auxílio da régua de alumínio realizava o deslizamento para a marcação do alinhamento do encontro do teto com a parede, tendo-se um esforço maior para garantir a qualidade do revestimento.

O procedimento de descarte do entulho de gesso era semelhante ao adotado na obra SC1.

O pagamento do operário da empresa da subcontratada era feito de acordo com o término de cada pavimento e não existia conferência visual por parte do responsável da subcontratada nem do engenheiro responsável pela obra.

### **5.2.3 Obra SC3**

A empresa responsável pela obra SC3 tem uma equipe de administração própria. No canteiro de obras, dispunha de um mestre de obras que administrava todos os serviços da obra, inclusive, os subcontratados como o de revestimento de gesso em pasta. A subcontratada tinha uma equipe com oficiais organizando-se individualmente ou em até dois em cada apartamento por pavimento-tipo. O fornecimento de material era semelhante às obras SC1 e SC2.

A execução do serviço revestimento de gesso em pasta da equipe tinha o mesmo princípio metodológico de trabalho individual, onde tinha a condução do processo de transporte, manuseio e estoque dos sacos de gesso do pavimento-tipo até o apartamento e seu respectivo ambiente. Já o transporte de carregamento e descarga do gesso do térreo até o pavimento-tipo foi realizado por outra equipe da subcontratada com o auxílio do equipamento de elevador de cargas.

No processo de execução da pasta de gesso a organização de trabalho na preparação manual era feita de forma ter uma ergonomia entre os operários e o local de aplicação para o teto e parede de acordo com a dosagem preparada para aplicação da pasta, sendo o material com as mesmas características o gesso para revestimento (gesso comum) embalado em sacos de 40 kg e uso de aditivo retardador (artificial) que foi colocado no momento de colocação da água no caixote e depois o gesso em pó tendo a mesma sequência cronológica da obra SC1.

A preparação do substrato consistiu na limpeza e retirada de detritos, pois já havia sido feito à aplicação de camada de aderência no teto, como também a colocação de lona plástica no piso para sua proteção antes da execução em cada ambiente no pavimento-tipo. A

aplicação foi do tipo desempenado. A Figura 37 ilustra-se a metodologia dos operários e suas respectivas atividades na execução do revestimento desta obra.

**Figura 37. Procedimentos de preparação e aplicação do gesso em pasta da obra SC3**



Limpeza do piso (APL)



Colocação do gesso (ADM)



Desempenar no teto/parede (PTF)



Retirada da lona (APL)



Espalhamento (PPA)



Sarrafejar teto (PTS)



Sarrafejar parede (PPS)



Desempenar (PTD)



Aplicação do teto (PPA/PTS)



Limpeza do caixote (ALF)



Aplicação (PPA/PPD)



Sarrafejar teto (PTS)

**Fonte: elaborado pela autora, 2014.**

A camada final do revestimento tinha espessura (cerca de 2,0 mm a 5 mm), obtida em uma ou mais camadas sobrepostas de acordo com as condições da base.

A aplicação do revestimento iniciava no teto e sequencialmente até as paredes superiores com auxílio da régua de alumínio para obter o nível e alinhamento de teto com o plano vertical da parede. O acabamento era feito com a desempenadeira de aço e com auxílio

da régua de alumínio realizava o deslizamento para a marcação do alinhamento do encontro do teto com a parede, fazendo um esforço maior para garantir a qualidade do revestimento.

O descarte do entulho de gesso seguiu o mesmo procedimento descrito na obra SC1 e SC2.

O pagamento dos operários da empresa da subcontratada era feito de acordo com cada término de cada pavimento-tipo e conferido com uma rigorosidade o estagiário e supervisão técnica do mestre de obras da empresa, desde o alinhamento de teto e parede tanto nas laterais quanto no rodapé. Sendo que, dependendo das condições de planicidade e alinhamento, cada operário tinha fazer as correções solicitadas e após o estagiário conferir liberava com a anuência do mestre de obras para a medição do pagamento para empresa.

O entulho de gesso era retirado por outros operários da empreiteira e seu descarte era de responsabilidade da mesma.

#### **5.2.4 Obra SC4**

A empresa responsável pela obra SC4 tem uma equipe de administração própria. No canteiro de obras contava com um mestre de obras que administra todos os serviços da obra, inclusive, os subcontratados como o de revestimento de gesso em pasta. A subcontratada tinha uma equipe com oficiais organizando-se individualmente ou em até dois em cada apartamento por pavimento-tipo e fornecimento de material era similar à obra SC3.

A execução do serviço revestimento de gesso em pasta da equipe tinha o mesmo princípio metodológico de trabalho individual, onde tinha a condução do processo de transporte, manuseio e estoque dos sacos de gesso do pavimento-tipo até o apartamento e seu respectivo ambiente. Já o transporte de carregamento e descarga do gesso do térreo até o pavimento-tipo foi realizado por outra equipe da subcontratada com o auxílio do equipamento de elevador de cargas.

No processo de execução do revestimento, a preparação da pasta era feita de forma manual utilizando-se sacos de 40 kg e de aditivo retardador (artificial).

O gesso foi aplicado no teto e paredes de acordo com a dosagem preparada (tipo desempenado).

A preparação do substrato consistiu na limpeza e retirada de detritos, com a aplicação de camada de aderência no teto em cada ambiente no pavimento-tipo. Na Figura 38 ilustra-se a sequência de atividades na execução do revestimento desta obra.

**Figura 38. Procedimentos de preparação e aplicação do gesso em pasta da obra SC4**



**Fonte: elaborada pela autora, 2014.**

A camada final do revestimento tinha espessura (cerca de 2,0 mm a 5 mm), obtida em uma ou mais camadas sobrepostas de acordo com as condições da base.

A aplicação do revestimento iniciava no teto e sequencialmente até as paredes superiores com auxílio da régua de alumínio para obter o nível e alinhamento de teto com o plano vertical da parede. O acabamento era feito com a desempenadeira de aço e com auxílio

da régua de alumínio realizava o deslizamento para a marcação do alinhamento do encontro do teto com a parede, fazendo um esforço maior para garantir a qualidade do revestimento como ocorria na obra SC3.

O descarte do resíduo do revestimento tinha o mesmo princípio de execução das obras anteriores descritas, ou seja, era de responsabilidade da subcontratada e seu transporte sob responsabilidade da empresa.

O pagamento dos operários da empresa da subcontratada era feito de acordo com término de cada pavimento-tipo e rigorosa conferência realizada pelo engenheiro.

O entulho de gesso era retirado por outros operários da empreiteira e seu descarte era de responsabilidade da mesma.

#### **5.2.5 Obra SC5**

A empresa responsável pela obra SC5 tem uma equipe de administração própria. No canteiro de obras contava com um mestre de obras que administra todos os serviços da obra, inclusive, os subcontratados como o de revestimento de gesso em pasta. A subcontratada tinha uma equipe com oficiais organizando-se individualmente ou em até dois em cada apartamento por pavimento-tipo e fornecimento de material era similar à obra SC3 e SC4.

A execução do serviço revestimento de gesso em pasta da equipe tinha o mesmo princípio metodológico de trabalho individual, onde tinha a condução do processo de transporte, manuseio e estoque dos sacos de gesso do pavimento-tipo até o apartamento e seu respectivo ambiente. Já o transporte de carregamento e descarga do gesso do térreo até o pavimento-tipo foi realizado por outra equipe da subcontratada com o auxílio do elevador de cargas.

No processo de execução adotado foi o mesmo da obra SC4.

Na Figura 39 ilustra-se a sequência de atividades na execução do revestimento desta obra.

**Figura 39. Procedimentos de preparação e aplicação do gesso em pasta da obra SC5**



a) Preparação da pasta (ADM)

b) Desempenar teto (PTD)

c) Limpeza da desempenadeira (ALF)

**Fonte: elaborada pela autora, 2014.**

A camada final do revestimento tinha espessura (cerca de 1,5 mm a 5 mm), obtida em uma ou mais camadas sobrepostas de acordo com as condições da base.

A aplicação do revestimento iniciava no teto e sequencialmente até as paredes superiores com auxílio da régua de alumínio para obter o nível e alinhamento de teto com o plano vertical da parede. O acabamento era feito com a desempenadeira de aço e com auxílio da régua de alumínio realizava o deslizamento para a marcação do alinhamento do encontro do teto com a parede, tendo um esforço maior para garantir a qualidade do revestimento como ocorria nas obras SC3 e SC4.

O descarte do entulho de gesso tinha o mesmo princípio de execução das obras anteriores descritas: era de responsabilidade da subcontratada e seu transporte pela empresa.

O pagamento dos operários da empresa da subcontratada era feito de acordo com cada término de cada pavimento-tipo e conferido com uma rigorosidade pelo mestre de obras para a medição do pagamento para empresa.

O entulho de gesso era retirado por outros operários da empreiteira e seu descarte era de responsabilidade da mesma.

### **5.3 Indicadores de RUP sem estratificação**

Na sequência são apresentados os indicadores da produtividade da mão de obra (RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial) não estratificados para as cinco obras analisadas.

### 5.3.1 Obra SC1

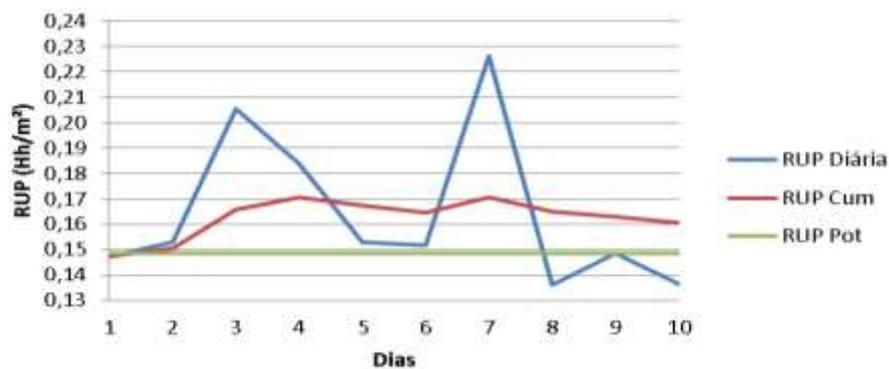
Na Tabela 1 são apresentados os valores, sem estratificação, de RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial da obra SC1. Tais valores são apresentados graficamente na Figura 40.

**Tabela 1. RUP'S sem estratificação: SC1**

Dias	Hh		QS (m <sup>2</sup> )		RUP Diária (Hh/m <sup>2</sup> )		Diária<Cum	RUP Pot
	Diária	Cum	Diária	Cum	Diária	Cum		
1	6,08	6,08	41,33	41,33	0,15	0,15	0,15	
2	9,33	15,42	61,04	102,37	0,15	0,15	0,15	
3	8,08	23,50	39,34	141,71	0,21	0,17		
4	9,25	32,75	50,37	192,08	0,18	0,17		
5	6,33	39,08	41,40	233,48	0,15	0,17	0,15	
6	8,33	47,42	54,95	288,43	0,15	0,16	0,15	0,15
7	7,17	54,58	31,67	320,10	0,23	0,17		
8	8,17	62,75	60,00	380,10	0,14	0,17	0,14	
9	8,17	70,92	54,95	435,05	0,15	0,16	0,15	
10	6,17	77,08	45,18	480,23	0,14	0,16	0,14	

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

**Figura 40. Representação gráfica das RUP'S sem estratificação: obra SC1**



Fonte: elaborada pela autora, 2014.

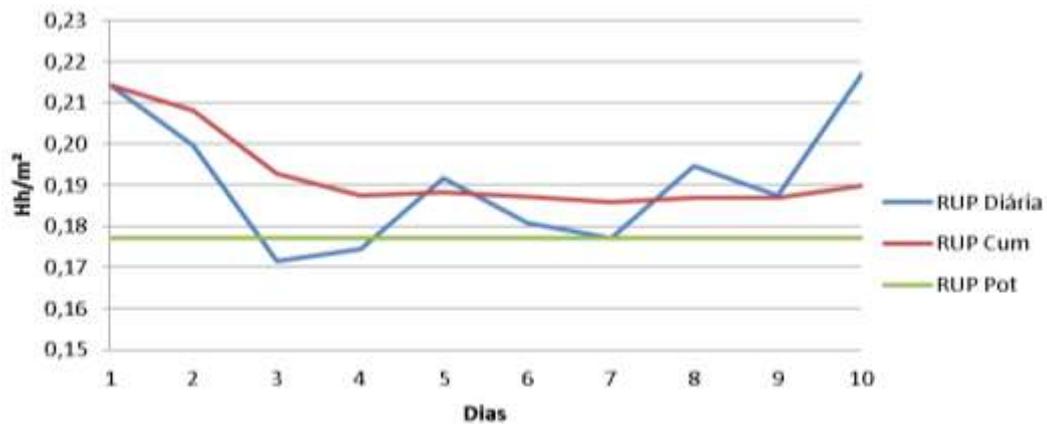
### 5.3.2 Obra SC2

Na Tabela 2 são apresentados os valores, sem estratificação, de RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial da obra SC2. Tais valores são apresentados graficamente na Figura 41.

**Tabela 2. RUP'S sem estratificação: obra SC2**

Dias	Hh		QS (m <sup>2</sup> )		RUP Diária (Hh/m <sup>2</sup> )		Diária<Cum	RUP Pot
	Diária	Cum	Diária	Cum	Diária	Cum		
1	9,50	9,50	44,33	44,33	0,21	0,21		
2	6,42	15,92	32,13	76,46	0,20	0,21		
3	9,50	25,42	55,35	131,81	0,17	0,19	0,17	
4	9,50	34,92	54,44	186,25	0,17	0,19	0,17	
5	9,50	44,42	49,52	235,77	0,19	0,19		0,18
6	8,50	51,92	47,00	282,77	0,18	0,18	0,18	
7	7,50	61,00	42,34	325,11	0,18	0,19	0,18	
8	9,08	71,17	46,66	371,77	0,19	0,19		
9	10,17	81,17	54,24	426,01	0,19	0,19		
10	10,00	91,17	46,10	472,11	0,22	0,19		

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

**Figura 41. Representação gráfica das RUP'S sem estratificação: obra SC2**

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

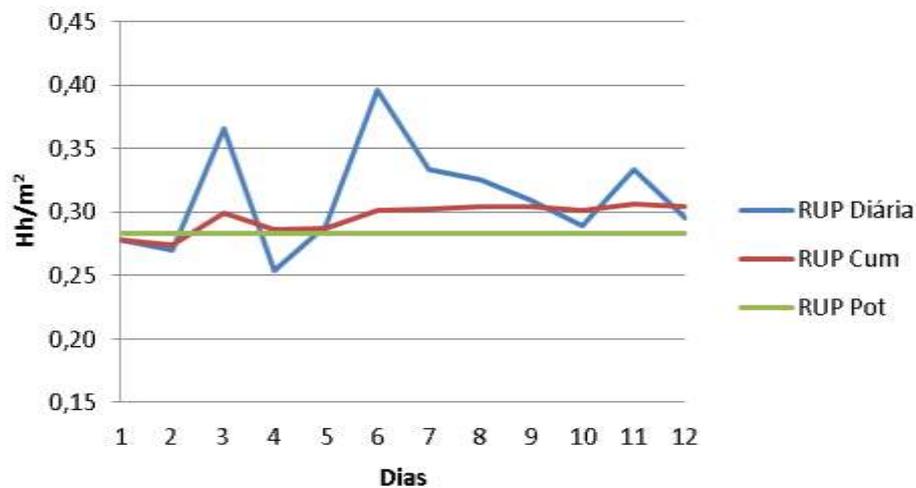
### 5.3.3 Obra SC3

Na Tabela 3 são apresentados os valores, sem estratificação, de RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial da obra SC3. Tais valores são apresentados graficamente na Figura 42.

**Tabela 3. RUP'S sem estratificação: obra SC3**

Dias	Hh		QS (m <sup>2</sup> )		RUP Diária (Hh/m <sup>2</sup> )		Diária<Cum	RUP Pot
	Diária	Cum	Diária	Cum	Diária	Cum		
1	27,75	27,75	99,70	99,70	0,28	0,28	0,28	
2	27,50	55,25	101,80	201,50	0,27	0,27	0,27	
3	27,75	83,00	75,78	277,28	0,37	0,30		
4	27,75	110,75	109,43	386,71	0,25	0,29	0,25	
5	26,83	137,58	92,69	479,40	0,29	0,29	0,29	
6	27,75	165,33	70,13	549,53	0,40	0,30		0,28
7	5,92	171,25	17,72	567,25	0,33	0,30		
8	18,50	189,75	56,84	624,09	0,33	0,30		
9	18,50	208,25	59,79	683,88	0,31	0,30		
10	44,42	252,67	153,83	837,71	0,29	0,30	0,29	
11	46,25	298,92	138,79	976,50	0,33	0,31		
12	45,42	344,34	153,89	1130,39	0,30	0,30		

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

**Figura 42. Representação gráfica das RUP'S sem estratificação: obra SC3**

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

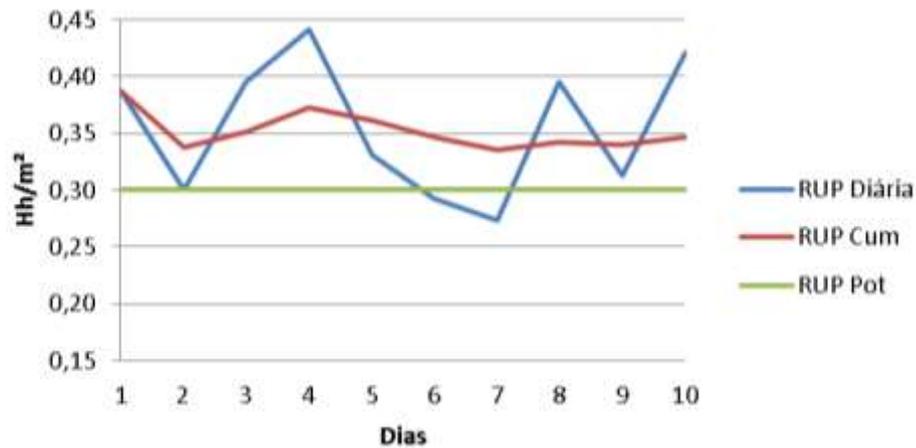
### 5.3.4 Obra SC4

Na Tabela 4 são apresentados os valores, sem estratificação, de RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial da obra SC4. Tais valores são apresentados graficamente na Figura 43.

**Tabela 4. RUP'S sem estratificação: obra SC4**

Dias	Hh		QS (m <sup>2</sup> )		RUP Diária (Hh/m <sup>2</sup> )		Diária<Cum	RUP Pot
	Diária	Cum	Diária	Cum	Diária	Cum		
1	51,35	51,35	132,55	132,55	0,39	0,39		
2	51,97	103,32	172,82	305,37	0,30	0,34	0,30	
3	38,27	141,58	96,74	402,11	0,40	0,35		
4	52,00	193,58	117,62	519,73	0,44	0,37		
5	62,58	256,17	188,80	708,53	0,33	0,36	0,33	0,30
6	54,58	301,35	186,13	894,66	0,29	0,34	0,29	
7	45,18	355,77	165,25	1059,91	0,27	0,34	0,27	
8	54,42	392,43	137,55	1197,47	0,40	0,33		
9	36,67	440,52	117,08	1314,55	0,31	0,34	0,31	
10	48,08	488,60	114,13	1428,68	0,42	0,34		

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

**Figura 43. Representação gráfica das RUP'S sem estratificação: obra SC4**

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

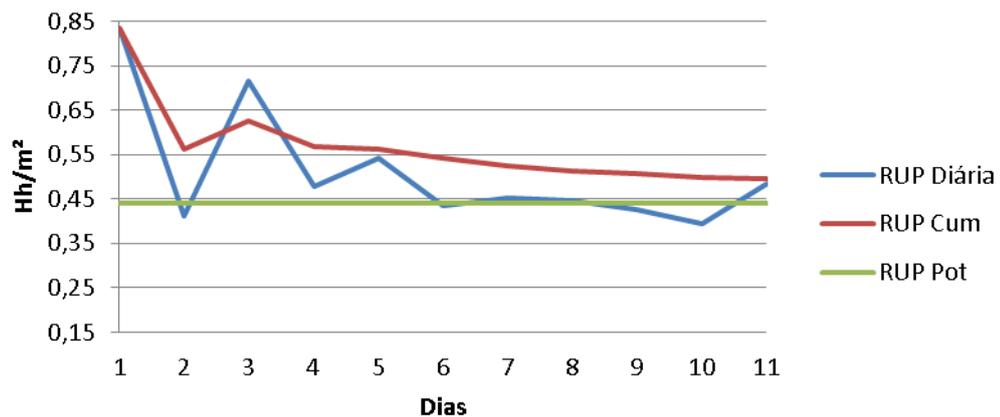
### 5.3.5 Obra SC5

Na Tabela 5 são apresentados os valores, sem estratificação, de RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial da obra SC5. Tais valores são apresentados graficamente na Figura 44.

**Tabela 5. RUP'S sem estratificação: obra SC5**

Dias	Hh		QS (m <sup>2</sup> )		RUP Diária (Hh/m <sup>2</sup> )		Diária<Cum	RUP Pot
	Diária	Cum	Diária	Cum	Diária	Cum		
1	45,75	45,75	54,85	54,85	0,83	0,83		
2	40,92	86,67	99,53	154,39	0,41	0,56	0,41	
3	81,67	168,33	114,06	268,44	0,72	0,63		
4	82,08	250,42	171,60	440,05	0,48	0,57	0,48	
5	91,28	341,70	168,60	608,64	0,54	0,56		
6	45,30	387,00	104,26	712,90	0,43	0,54	0,43	0,44
7	81,30	468,30	179,52	892,42	0,45	0,52	0,45	
8	62,25	530,55	139,26	1031,69	0,45	0,51	0,45	
9	36,77	567,32	86,25	1117,94	0,43	0,51	0,43	
10	44,68	612,00	113,08	1231,02	0,40	0,50	0,40	
11	45,00	657,00	93,15	1324,17	0,48	0,50	0,48	

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

**Figura 44. Representação gráfica das RUP'S sem estratificação: obra SC5**

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

### 5.3.6 Resumo das RUP'S sem estratificação

Na Tabela 6 são resumidos os resultados das RUP'S (RUP Cumulativa, RUP Potencial e  $\Delta RUP_{(Cum-Pot)}$ ) sem estratificação das obras analisadas.

**Tabela 6. Resumo das RUP'S sem estratificação**

Obras	RUP Geral (Hh/m <sup>2</sup> )		
	RUP Cum	RUP Pot	$\Delta$ RUP (Cum-Pot)
SC1	0,16	0,15	0,01
SC2	0,19	0,18	0,01
SC3	0,30	0,28	0,02
SC4	0,35	0,30	0,05
SC5	0,50	0,44	0,06
Mediana	0,30	0,28	0,02

**Fonte: elaborada pela autora, 2014.**

### 5.3.7 Análise

Os resultados de produtividade da mão de obra apresentados dizem respeito ao indicador geral (RUP Geral), ou seja, sem o seu fracionamento em relação às categorias de ocupação das atividades desenvolvidas pela mão de obra.

Antes da análise propriamente dita, é importante ressaltar que os resultados apresentados não contemplam dias nos quais houve a ocorrência de paralisação dos serviços em função de alguma anormalidade (falta de material, por exemplo), uma vez que nestes casos, a mão de obra, em função do regime de contratação, não trabalhava nestas ocasiões, ou seja, eram dispensados sem ônus salariais para a subcontratada.

Outra questão importante a ser frisada consiste no fato de que a totalidade da mão de obra envolvida nas obras era constituída somente por oficiais. Portanto, os resultados dizem respeito apenas à modalidade de RUP oficial.

Os resultados de RUP Cumulativa e RUP Potencial obtidos neste trabalho estão relativamente melhores do que os apresentados por Maeda (2002), para as obras nas quais o revestimento interno de gesso foi executado na modalidade desempenado e aplicado em paredes e tetos (Quadro 11, pag. 61) ilustrado no Quadro 18.

**Quadro 18. Comparação dos resultados obtidos com pesquisas realizadas: RUP Cumulativa e RUP Potencial**

Autores	RUP Cumulativa (Hh/m <sup>2</sup> )			RUP Potencial (Hh/m <sup>2</sup> )			$\Delta$ RUP
	Mínimo	Mediana	Máximo	Mínimo	Mediana	Máximo	
Maeda (2002)	0,27	0,33	0,59	0,19	0,26	0,49	0,07
TCPO 13 (2008)	0,20	0,50	0,80	-	-	-	-
Esta Autora	0,16	0,30	0,50	0,15	0,28	0,44	0,02

**Fonte: elaborada pela autora, 2014.**

Esta constatação deriva da comparação tanto da RUP Cumulativa quanto da RUP Potencial apresentada neste Quadro.

Ademais, ressalta-se também a pequena diferença detectada entre a RUP Cumulativa e a RUP Potencial ( $\Delta RUP_{\text{Cumulativa} - \text{Potencial}}$ ). O valor da mediana extraído dos resultados apresentados por Maeda (2002) foi de 0,07 Hh/m<sup>2</sup>, enquanto que neste trabalho este valor foi de 0,02 Hh/m<sup>2</sup>. Isto pode ser explicado pela não consideração, na amostra de dados, dos dias em que a mão de obra não trabalhou em função da falta de material (a mão de obra estava disponível para o trabalho, porém em função da falta do material no canteiro de obras, não compareceram ao trabalho ou foram embora mais cedo).

Tal postura se deve a forma de contratação e pagamento dos serviços: a mão de obra recebia por serviço concluído. Este fato também pode explicar os melhores valores de produtividade da mão de obra das obras analisadas em relação aos resultados apresentados por Maeda (2002). Como a mão de obra recebia à medida que finalizava o serviço contratado (pavimento), é de se esperar maior empenho por parte desta uma vez que, quanto mais cedo terminar o serviço, mais cedo receberá pelo mesmo.

Finalmente, a diferença entre valores de RUP Cumulativa e, conseqüentemente, da RUP Potencial detectada para as cinco obras analisadas (Tabela 6) se deve a maior ou menor dificuldade de se executar o serviço ou à qualidade de execução quanto ao alinhamento do revestimento entre paredes e paredes e tetos. Particularmente, nas obras SC1 e SC2 não se verificava este alinhamento, diferentemente do que era exigido e verificado pelos encarregados nas obras SC3, SC4 e SC5. A não verificação do alinhamento do revestimento provavelmente contribuiu para o melhor desempenho da mão de obra nas obras SC1 e SC2 em detrimento as outras analisadas.

Também foram observados problemas administrativos pontuais nos dias de levantamento de campo que geraram condições adversas na condução dos serviços.

Por exemplo, citam-se o atraso ou falta da alimentação no horário previsto e falta de comprometimento de pagamento na data estabelecida, culminando em elevada rotatividade de mão de obra nas obras SC3, SC4 e SC5. Tal fato também era facilitado pela liberdade de sair da empresa sem um acerto trabalhista formalizado.

Observou-se também, em alguns dias, a falta de água e de gesso nos pavimentos em execução, gerando desmotivação com as interrupções dos serviços e fazendo com que a mão de obra se transferisse para outros subcontratados.

Este descontentamento por parte da mão de obra em função destes motivos pode ter contribuído também para a variação dos indicadores de produtividade da mão de obra detectada nestas três obras (SC3, SC4 e SC5).

#### 5.4 Indicador da RUP estratificada: nível ID1

Nos itens, a seguir, são apresentados os indicadores de produtividade da mão de obra estratificados diariamente de acordo com as categorias principais de ocupação (Trabalho Direto, Atrasos, Mobilização, Paralisação, Deslocamentos e Apoio). Ressalta-se que durante a pesquisa de campo não foram executadas atividades relacionadas à categoria Exigências do Cliente.

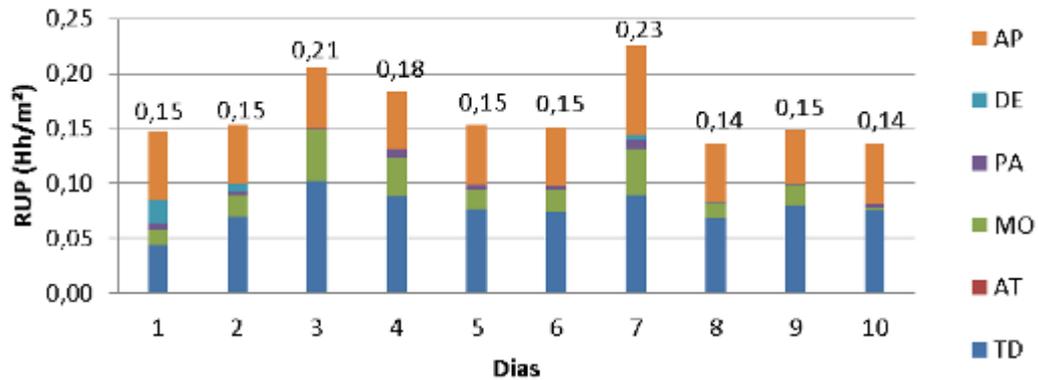
##### 5.4.1 Obra SC1

Na Tabela 7 são apresentados os valores de RUP Diária estratificada por categoria da obra SC1. Tais valores são apresentados graficamente na régua de produtividade na Figura 45.

**Tabela 7 RUP Diária estratificada por categoria de ocupação (ID1): obra SC1**

Dias	Estratificação da RUP Diária por tempo disponível de trabalho (Hh/m <sup>2</sup> )						RUP Diária
	Categorias de ocupação das atividades do serviço ID1						
	TD	AT	MO	PA	DE	AP	
1	0,04	0,00	0,01	0,01	0,02	0,06	0,15
2	0,07	0,00	0,02	0,00	0,01	0,05	0,15
3	0,10	0,00	0,05	0,00	0,00	0,06	0,21
4	0,09	0,00	0,03	0,01	0,00	0,05	0,18
5	0,08	0,00	0,02	0,00	0,00	0,05	0,15
6	0,07	0,00	0,02	0,00	0,00	0,06	0,15
7	0,09	0,00	0,04	0,01	0,01	0,08	0,23
8	0,07	0,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,14
9	0,08	0,00	0,02	0,00	0,00	0,05	0,15
10	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,14

**Fonte: elaborada pela autora, 2014.**

**Figura 45. RUP Diária da estratificada por categoria de ocupação (ID1): obra SC1**

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

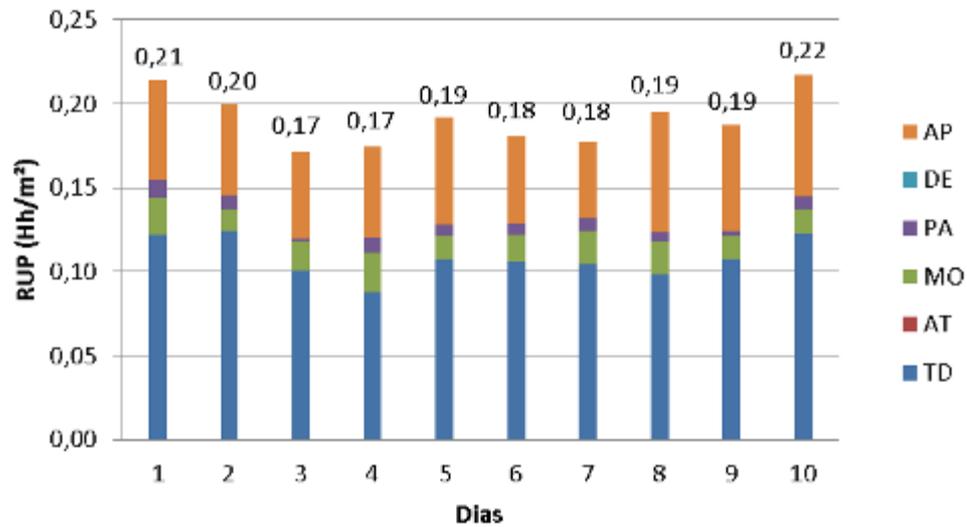
#### 5.4.2 Obra SC2

Na Tabela 8 são apresentados os valores de RUP Diária da estratificação por categoria da obra SC2. Tais valores são apresentados graficamente na régua de produtividade na Figura 46.

**Tabela 8 RUP Diária estratificada por categoria de ocupação (ID1): obra SC2**

Dias	Estratificação da RUP Diária por tempo disponível de trabalho (Hh/m <sup>2</sup> )						RUP Diária
	Categorias de ocupação das atividades do serviço ID1						
	TD	AT	MO	PA	DE	AP	
1	0,12	0,00	0,02	0,01	0,00	0,06	0,21
2	0,12	0,00	0,01	0,01	0,00	0,05	0,20
3	0,10	0,00	0,02	0,00	0,00	0,05	0,17
4	0,09	0,00	0,02	0,01	0,00	0,05	0,17
5	0,11	0,00	0,01	0,01	0,00	0,06	0,19
6	0,11	0,00	0,02	0,01	0,00	0,05	0,18
7	0,10	0,00	0,02	0,01	0,00	0,05	0,18
8	0,10	0,00	0,02	0,01	0,00	0,07	0,19
9	0,11	0,00	0,01	0,00	0,00	0,06	0,19
10	0,12	0,00	0,01	0,01	0,00	0,07	0,22

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

**Figura 46. RUP Diária estratificada por categoria de ocupação (ID1): obra SC2**

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

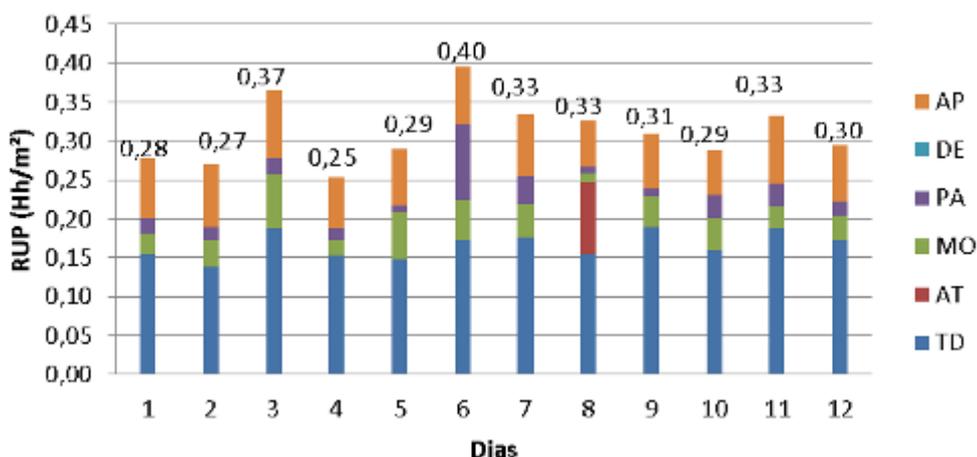
### 5.4.3 Obra SC3

Na Tabela 9 são apresentados os valores de RUP Diária da estratificação por categoria da obra SC3. Tais valores são apresentados graficamente na régua de produtividade na Figura 47.

**Tabela 9 RUP Diária estratificada por categoria de ocupação (ID1): obra SC3**

Dias	Estratificação da RUP Diária por tempo disponível de trabalho (Hh/m²)						RUP Diária
	Categorias de ocupação das atividades do serviço ID1						
	TD	AT	MO	PA	DE	AP	
1	0,15	0,00	0,03	0,02	0,00	0,08	0,28
2	0,14	0,00	0,03	0,02	0,00	0,08	0,27
3	0,19	0,00	0,07	0,02	0,00	0,09	0,37
4	0,15	0,00	0,02	0,01	0,00	0,07	0,25
5	0,15	0,00	0,06	0,01	0,00	0,07	0,29
6	0,17	0,00	0,05	0,10	0,00	0,08	0,40
7	0,18	0,00	0,04	0,04	0,00	0,08	0,33
8	0,16	0,09	0,01	0,01	0,00	0,06	0,33
9	0,19	0,00	0,04	0,01	0,00	0,07	0,31
10	0,16	0,00	0,04	0,03	0,00	0,06	0,29
11	0,19	0,00	0,03	0,03	0,00	0,09	0,33
12	0,17	0,00	0,03	0,02	0,00	0,07	0,30

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

**Figura 47. RUP Diária estratificada por categoria de ocupação (ID1): obra SC3**

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

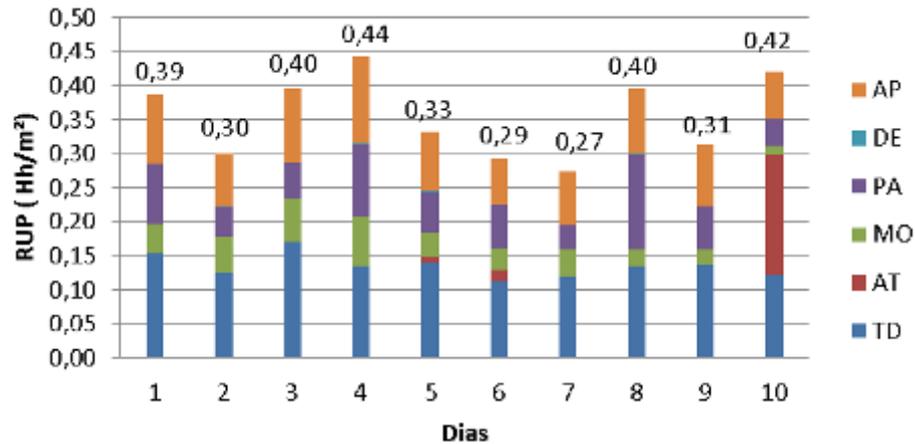
#### 5.4.4 Obra SC4

Na Tabela 10 são apresentados os valores de RUP Diária da estratificação por categoria da obra SC4. Tais valores são apresentados graficamente na régua de produtividade na Figura 48.

**Tabela 10 RUP Diária estratificada por categoria de ocupação (ID1): obra SC4**

Dias	Estratificação da RUP Diária por tempo disponível de trabalho (Hh/m <sup>2</sup> )						RUP Diária
	Categorias de ocupação das atividades do serviço ID1						
	TD	AT	MO	PA	DE	AP	
1	0,15	0,00	0,04	0,09	0,00	0,10	0,39
2	0,13	0,00	0,05	0,04	0,00	0,08	0,30
3	0,17	0,00	0,06	0,05	0,00	0,11	0,40
4	0,13	0,00	0,07	0,11	0,00	0,13	0,44
5	0,14	0,01	0,03	0,06	0,00	0,09	0,33
6	0,11	0,02	0,03	0,06	0,00	0,07	0,29
7	0,12	0,00	0,04	0,03	0,00	0,08	0,27
8	0,13	0,00	0,02	0,14	0,00	0,10	0,40
9	0,14	0,00	0,02	0,06	0,00	0,09	0,31
10	0,12	0,18	0,01	0,04	0,00	0,07	0,42

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

**Figura 48. RUP Diária estratificada por categoria de ocupação (ID1): obra SC4**

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

#### 5.4.5 Obra SC5

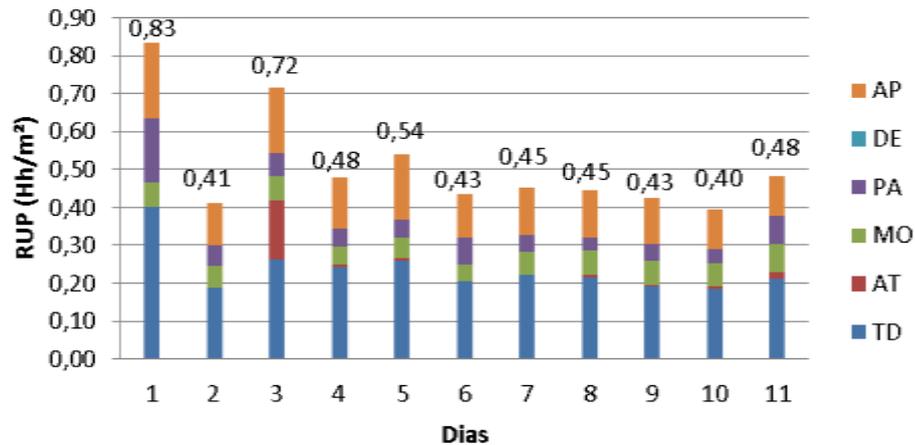
Na Tabela 11 são apresentados os valores de RUP Diária da estratificação por categoria da obra SC5. Tais valores são apresentados graficamente na régua de produtividade na Figura 49.

**Tabela 11 RUP Diária estratificada por categoria de ocupação (ID1): obra SC5**

Dias	Estratificação da RUP Diária por tempo disponível de trabalho (Hh/m²)						RUP Diária
	Categorias de ocupação das atividades do serviço ID1						
	TD	AT	MO	PA	DE	AP	
1	0,40	0,00	0,07	0,17	0,00	0,20	0,83
2	0,19	0,00	0,06	0,05	0,00	0,11	0,41
3	0,26	0,15	0,07	0,06	0,00	0,17	0,72
4	0,24	0,01	0,05	0,05	0,00	0,14	0,48
5	0,26	0,01	0,05	0,05	0,00	0,17	0,54
6	0,21	0,00	0,04	0,07	0,00	0,11	0,43
7	0,22	0,00	0,06	0,04	0,00	0,13	0,45
8	0,22	0,01	0,07	0,03	0,00	0,13	0,45
9	0,19	0,00	0,06	0,05	0,00	0,12	0,43
10	0,18	0,01	0,06	0,04	0,00	0,11	0,40
11	0,21	0,02	0,08	0,07	0,00	0,11	0,48

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

**Figura 49. RUP Diária estratificada por categoria de ocupação (ID1): obra SC5**



Fonte: elaborada pela autora, 2014.

#### 5.4.6 Resumo das RUP's estratificadas por categorias de ocupação: nível ID1

Nas Tabelas 12 e 13 são resumidos os valores de RUP Cumulativa, estratificada por categoria de ocupação das obras. Tais valores são apresentados graficamente na Figura 50.

**Tabela 12. Resumo das RUP's Cumulativas (Hh/m<sup>2</sup>) estratificadas em função das categorias de ocupação: nível ID1**

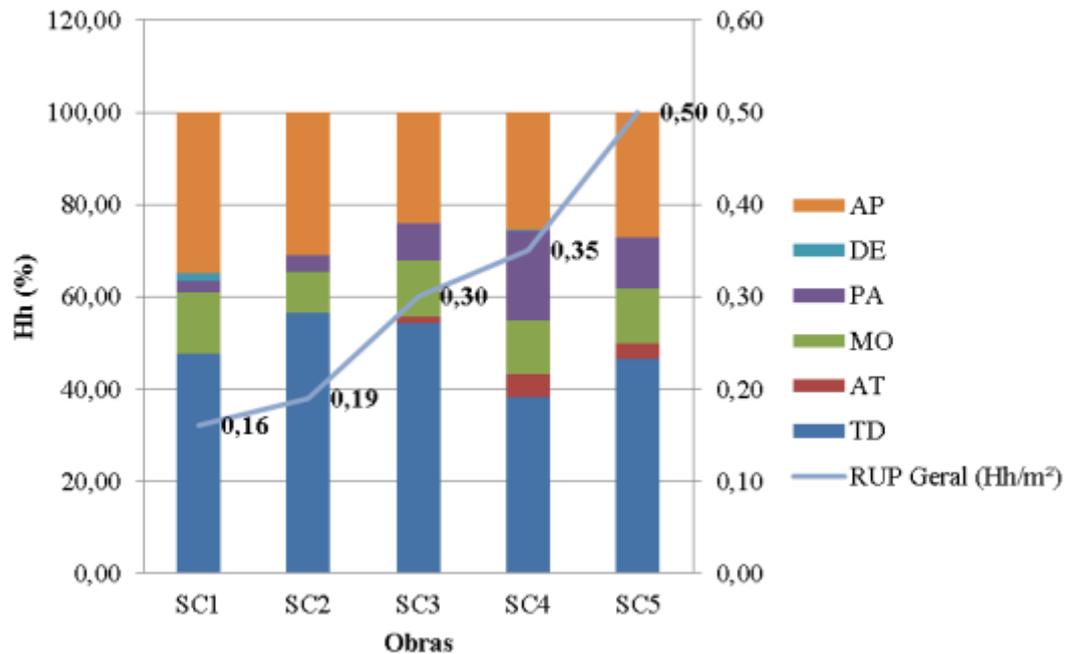
Obras	RUP Geral (Hh/m <sup>2</sup> )	RUP das categorias de ocupação (Hh/m <sup>2</sup> )					
		TD	AT	MO	PA	DE	AP
SC1	0,16	0,08	0,00	0,02	0,00	0,00	0,06
SC2	0,19	0,11	0,00	0,02	0,01	0,00	0,06
SC3	0,30	0,17	0,00	0,04	0,02	0,00	0,07
SC4	0,35	0,13	0,02	0,04	0,07	0,00	0,09
SC5	0,50	0,23	0,02	0,06	0,05	0,00	0,13
<b>Mediana</b>		<b>0,13</b>	<b>0,00</b>	<b>0,04</b>	<b>0,02</b>	<b>0,00</b>	<b>0,07</b>

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

**Tabela 13. Representatividade (%) das categorias de ocupação: RUP's Cumulativas: nível ID1**

Obras	RUP Geral (Hh/m <sup>2</sup> )	RUP das categorias de ocupação (%)					
		TD	AT	MO	PA	DE	AP
SC1	0,16	47,57	0,00	13,47	2,37	1,81	34,79
SC2	0,19	56,49	0,00	8,97	3,43	0,00	31,12
SC3	0,30	54,27	1,51	12,05	7,98	0,00	24,20
SC4	0,35	38,29	5,02	11,43	19,51	0,20	25,54
SC5	0,50	46,44	3,51	11,91	10,94	0,00	27,20
<b>Mediana</b>		<b>47,57</b>	<b>1,51</b>	<b>11,91</b>	<b>7,98</b>	<b>0,00</b>	<b>27,20</b>

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

**Figura 50. RUP's Cumulativas (Hh/m<sup>2</sup>) em relação à categoria de ocupação (%): nível ID1**

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

Nas Tabelas 14 e 15 são resumidos os valores de RUP Potencial, estratificada por categoria de ocupação das obras. Tais valores são apresentados graficamente na Figura 51.

**Tabela 14. Resumo das RUP's Potenciais (Hh/m<sup>2</sup>) estratificadas em função das categorias de ocupação: nível ID1**

Obras	RUP Geral (Hh/m <sup>2</sup> )	Categorias de ocupação (Hh/m <sup>2</sup> )					
		TD	AT	MO	PA	DE	AP
SC1	0,14	0,07	0,00	0,02	0,00	0,00	0,05
SC2	0,17	0,10	0,00	0,01	0,00	0,00	0,05
SC3	0,26	0,15	0,00	0,03	0,02	0,00	0,07
SC4	0,27	0,12	0,00	0,02	0,05	0,00	0,08
SC5	0,42	0,21	0,00	0,05	0,05	0,00	0,11
<b>Mediana</b>		<b>0,12</b>	<b>0,00</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,00</b>	<b>0,07</b>

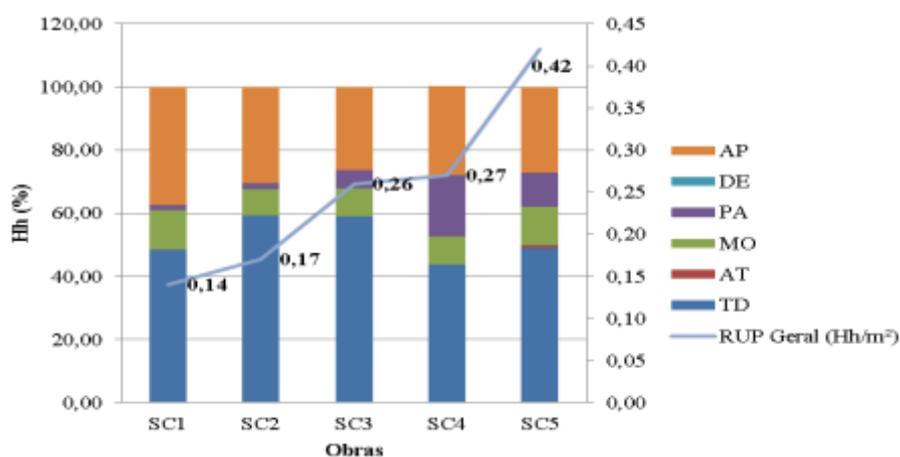
Fonte: elaborada pela autora, 2014.

**Tabela 15. Representatividade (%) das Categorias de ocupação: RUP's Potenciais: nível ID1**

Obras	RUP Geral(Hh/m <sup>2</sup> )	Categorias de ocupação (%)					
		TD	AT	MO	PA	DE	AP
SC1	0,14	48,55	0,00	12,52	1,66	0,00	37,28
SC2	0,17	59,35	0,00	8,24	1,82	0,00	30,59
SC3	0,26	58,99	0,00	8,84	5,89	0,00	26,28
SC4	0,27	43,90	0,00	8,73	19,15	0,00	28,21
SC5	0,42	49,02	0,91	12,09	10,80	0,00	27,17
<b>Mediana</b>		<b>49,02</b>	<b>0,00</b>	<b>8,84</b>	<b>5,89</b>	<b>0,00</b>	<b>28,21</b>

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

**Figura 51. RUP's Potenciais (Hh/m<sup>2</sup>) em relação a categoria de ocupação (%): nível ID1**



Fonte: elaborada pela autora, 2014.

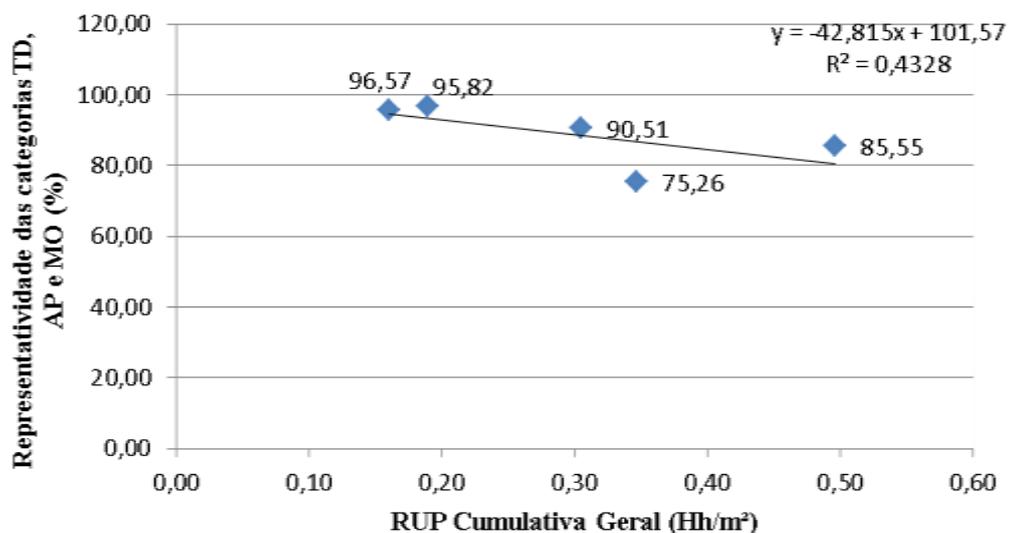
De acordo com a Tabela 13, na qual são apresentados os resultados representativos da RUP Cumulativa classificados por categoria de ocupação (ID1), observa-se a maior representatividade da categoria Trabalho Direto (mediana = 47,57%), seguida pela categoria Apoio (mediana = 27,20%) e pela categoria Mobilização (mediana = 11,91%). Representatividade semelhante se obtém ao se considerar as RUP's Potenciais (Tabela 15).

Tais resultados já eram esperados, principalmente em se tratando da maior representatividade da categoria Trabalho Direto, uma vez que a mão de obra analisada era constituída na sua totalidade por oficiais.

Há que ressaltar também a pequena representatividade das categorias Atrasos e Deslocamentos, uma vez que não se detectou situações significativas que pudessem caracterizar atrasos na execução dos serviços e pelo fato de não ter sido analisado, durante o período de levantamento de campo, o descarregamento e transporte dos materiais até os pavimentos em execução. Ressalta-se também que contribuiu para este resultado o fato de o serviço estar concentrado nos pavimentos, não exigindo grandes deslocamentos da mão de obra.

Considerando as categorias que estão direta ou indiretamente relacionadas à execução do revestimento de gesso propriamente dita (Trabalho Direto, Mobilização e Apoio), observa-se que quanto maior a representatividade destas categorias em relação à RUP Cumulativa Geral, melhor é a RUP Cumulativa detectada nas obras analisadas (Figura 52).

**Figura 52. Relação entre esforço da mão de obra (categorias Trabalho Direto, Mobilização e Apoio) em relação à RUP Cumulativa.**



Fonte: elaborada pela autora, 2014.

No entanto, não existe forte correlação entre estes fatores, uma vez que seu valor de  $R^2$  foi de 0,4328. Isto pode ser explicado pela presença de fatores relacionados à menor ou maior dificuldade de execução dos serviços (fatores de conteúdo), que não foram analisados neste trabalho.

## 5.5 Indicador RUP estratificada das subcategorias ID2 e ID3

A seguir, para cada categoria de ocupação principal (TD, MO, PA e AP) são apresentados os indicadores de produtividade da mão de obra (RUP Cumulativa e RUP Potencial) para os níveis ID2 e ID3, seguindo a árvore hierárquica proposta na Figura 28 e Quadro 14 do capítulo 4. Não são apresentados valores destas subcategorias para as categorias principais AT e DE por não se detectar atividades relacionadas às mesmas durante o período de coleta.

### 5.5.1 Categoria de ocupação – Trabalho Direto (TD)

Na Tabela 16, a seguir, são apresentados os indicadores de produtividade da mão de obra (RUP Cumulativa e RUP Potencial) para o nível ID2 desta categoria, enquanto que nas Tabelas 17 e 18 são apresentados os indicadores de produtividade da mão de obra (RUP Cumulativa e RUP Potencial, respectivamente), para o nível ID3.

**Tabela 16 – Resumo dos indicadores de Produtividade da mão de obra – Nível ID2 da categoria principal Trabalho direto**

Obras	TD RUP Cum (Hh/m <sup>2</sup> )		TD RUP Pot (Hh/m <sup>2</sup> )	
	TTO	PAR	TTO	PAR
SC1	0,03	0,05	0,02	0,05
SC2	0,03	0,08	0,02	0,06
SC3	0,05	0,12	0,04	0,11
SC4	0,03	0,10	0,03	0,09
SC5	0,04	0,19	0,01	0,17
Mediana	0,03	0,10	0,02	0,09

**Fonte: elaborada pela autora, 2014.**

**Tabela 17 – Resumo das RUP's Cumulativas – Nível ID3 da categoria principal Trabalho direto**

Obras	TD TTO RUP Cum (Hh/m <sup>2</sup> )					TD PAR RUP Cum (Hh/m <sup>2</sup> )					
	PTA	PTS	PTD	PTF	PTE	PPA	PPS	PPD	PPC	PPR	PPE
SC1	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
SC2	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
SC3	0,03	0,00	0,02	0,00	0,00	0,07	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
SC4	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,00	0,01
SC5	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,09	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00
Mediana	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

**Tabela 18 – Resumo das RUP's Potenciais – Nível ID3 da categoria principal Trabalho direto**

TD TTO RUP Pot (Hh/m <sup>2</sup> )					TD PAR RUP Pot (Hh/m <sup>2</sup> )					
PTA	PTS	PTD	PTF	PTE	PPA	PPS	PPD	PPC	PPR	PPE
0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,06	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00
0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

Analisando-se os resultados apresentados na Tabela 16 conclui-se que a execução do revestimento de gesso nos tetos exige menor esforço do trabalhador e, conseqüente, apresenta melhor produtividade (TTO versus PAR). Esta situação é evidenciada tanto para a RUP Cumulativa quanto para a RUP Potencial. O mesmo pode ser verificado ao se analisar os resultados obtidos por Maeda (2002) e apresentados no Quadro 11 do capítulo 3, considerando o tipo de gesso desempenado, o mesmo aplicado nas obras analisadas neste trabalho.

Analisando o nível ID3 (Tabelas 17 e 18), observa-se maior esforço na aplicação do material sobre a base (PTA e PPA) do que o desempenho do revestimento para dar o acabamento final do revestimento (PTD e PPD).

### 5.5.2 Categoria de ocupação – Atrasos (AT)

Na Tabela 19, a seguir, são apresentados os indicadores de produtividade da mão de obra (RUP Cumulativa e RUP Potencial) para o nível ID2 desta categoria. Em função da sua

pequena representatividade, os resultados do nível ID3 não serão apresentados em forma de tabela, cabendo apenas comentários.

**Tabela 19 - Resumo dos indicadores de Produtividade da mão de obra – Nível ID2 da categoria principal Atraso**

Obras	AT RUP Cum (Hh/m <sup>2</sup> )				AT RUP Pot (Hh/m <sup>2</sup> )			
	AMP	AFS	AAL	APG	AMP	AFS	AAL	APG
SC1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC4	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC5	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mediana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Fonte: elaborada pela autora, 2014.**

Os atrasos detectados nas obras se devem à falta de água e gesso nos pavimentos (subcategoria AMP) e por tempo de almoço superior ao estabelecido (AAL).

Especificamente, o atraso (AT) ocorrido na obra SC4 foi por falta de água (AT AMP AAG) no canteiro de obras nos dias 6 e 10, e também pela falta de programação da alimentação (AT AAL ATA), fazendo com que a mão de obra tivesse um tempo maior de descanso nos dias 5 e 10, conforme mostrado na Tabela 10.

A obra SC5, no período da coleta, teve inicialmente condições desfavoráveis em relação a atrasos (AT) por falta de matéria-prima (AT AMP AGE) no canteiro de obras, pois não tinha espaço e segurança para um estoque maior de sacos de gesso, acarretando um tempo de espera das viagens do depósito até a obra e após o pavimento em que a mão de obra estava executando o revestimento, pois o elevador de passageiros era o mesmo para carregamento de materiais.

Observou-se também que a falta de frente de serviço (AT AFS AFE) nos últimos pavimentos da obra ocasionou insatisfação da mão de obra, pois o pavimento não estava pronto para a subcontratada trabalhar nos dias 8, 9 e 10. A mão de obra também não seguia rigorosamente o horário previsto de almoço estabelecido pela empresa. Cada um tinha horários diferenciados, acarretando um horário maior de alimentação, sem motivo justificado pelos operários (AT AAL ATA) na maioria dos dias, conforme a Tabela 11.

### 5.5.3 Categoria de ocupação – Mobilização (MO)

Na Tabela 20, a seguir, são apresentados os indicadores de produtividade da mão de obra (RUP Cumulativa e RUP Potencial) para o nível ID2 desta categoria, enquanto que nas Tabelas 21 e 22 são apresentados os indicadores de produtividade da mão de obra (RUP Cumulativa e RUP Potencial, respectivamente), para o nível ID3.

**Tabela 20 - Resumo dos indicadores de Produtividade da mão de obra – Nível ID2 da categoria principal Mobilização**

Obras	MO RUP Cum (Hh/m <sup>2</sup> )		MO RUP Pot (Hh/m <sup>2</sup> )	
	MOM	MOF	MOM	MOF
SC1	0,01	0,01	0,01	0,01
SC2	0,01	0,01	0,00	0,01
SC3	0,01	0,03	0,00	0,02
SC4	0,02	0,02	0,01	0,01
SC5	0,04	0,02	0,04	0,01
Mediana	0,01	0,02	0,01	0,01

**Fonte: elaborada pela autora, 2014.**

**Tabela 21 – Resumo das RUP's Cumulativas – Nível ID3 da categoria principal Mobilização**

Obras	MO MOM RUP Cum (Hh/m <sup>2</sup> )			MO MOF RUP Cum (Hh/m <sup>2</sup> )			
	MMA	MMP	MMD	AMA	ADA	AMO	MFE
SC1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC3	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
SC4	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
SC5	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Mediana	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00

**Fonte: elaborada pela autora, 2014.**

**Tabela 22 – Resumo das RUP's Potenciais – Nível ID3 da categoria principal Mobilização**

Obras	MO MOM RUP Pot (Hh/m <sup>2</sup> )			MO MOF RUP Pot (Hh/m <sup>2</sup> )			
	MMA	MMP	MMD	AMA	ADA	AMO	MFE
SC1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
SC4	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC5	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mediana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Fonte: elaborada pela autora, 2014.**

As atividades desenvolvidas pela mão de obra nesta categoria dizem respeito principalmente à montagem e desmontagem de andaime (plataforma de madeira), subcategorias MOM (ID2), AMA (ID3) e AMO (ID3). Também se observa esforço menor na subcategoria MMA (ID3) referente ao posicionamento e retirada das régua de alumínio nas quinas das paredes.

#### 5.5.4 Categoria de ocupação – Paralisação (PA)

Na Tabela 23, a seguir, são apresentados os indicadores de produtividade da mão de obra (RUP Cumulativa e RUP Potencial) para o nível ID2 desta categoria. Em função da sua pequena representatividade, os resultados do nível ID3 não serão apresentados em forma de tabela, cabendo apenas comentários.

**Tabela 23 - Resumo dos indicadores de Produtividade da mão de obra – Nível ID2 da categoria principal Paralisação**

Obras	PA RUP Cum (Hh/m <sup>2</sup> )		PA RUP Pot (Hh/m <sup>2</sup> )	
	PAP	PRP	PAP	PRP
SC1	0,00	0,00	0,00	0,00
SC2	0,01	0,00	0,00	0,00
SC3	0,02	0,00	0,02	0,00
SC4	0,05	0,02	0,04	0,01
SC5	0,03	0,02	0,02	0,02
Mediana	0,02	0,00	0,02	0,00

**Fonte: elaborada pela autora, 2014.**

Para esta categoria destacam-se as paralisações em função da necessidade de se aguardar a reação da pasta (adquirir consistência adequada para aplicação do gesso, subcategoria PRP) e também em função das necessidades pessoais dos trabalhadores (PAP).

#### 5.5.5 Categoria de ocupação – Apoio (AP)

Na Tabela 24, a seguir, são apresentados os indicadores de produtividade da mão de obra (RUP Cumulativa e RUP Potencial) para o nível ID2 desta categoria, enquanto que nas Tabelas 25 e 26 são apresentados os indicadores de produtividade da mão de obra (RUP Cumulativa e RUP Potencial, respectivamente), para o nível ID3.

**Tabela 24 - Resumo dos indicadores de Produtividade da mão de obra – Nível ID2 da categoria principal Apoio**

Obras	AP RUP Cum (Hh/m <sup>2</sup> )		AP RUP Pot (Hh/m <sup>2</sup> )	
	APB	APG	APB	APG
SC1	0,01	0,05	0,00	0,05
SC2	0,00	0,06	0,00	0,05
SC3	0,00	0,07	0,00	0,07
SC4	0,05	0,04	0,04	0,04
SC5	0,05	0,08	0,04	0,07
Mediana	0,01	0,06	0,00	0,05

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

**Tabela 25 – Resumo das RUP's Cumulativas – Nível ID3 da categoria principal Apoio**

Obras	AP APB RUP Cum (Hh/m <sup>2</sup> )				AP APG RUP Cum (Hh/m <sup>2</sup> )	
	APA	APL	APP	PPB	ALF	ADM
SC1	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,04
SC2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05
SC3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,06
SC4	0,00	0,06	0,00	0,00	0,02	0,02
SC5	0,00	0,05	0,00	0,00	0,04	0,04
Mediana	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,04

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

**Tabela 26 – Resumo das RUP's Potenciais – Nível ID3 da categoria principal Apoio**

Obras	AP APB RUP Pot (Hh/m <sup>2</sup> )				AP APG RUP Pot (Hh/m <sup>2</sup> )	
	APA	APL	APP	PPB	ALF	ADM
SC1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04
SC2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04
SC3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05
SC4	0,00	0,04	0,00	0,00	0,02	0,02
SC5	0,00	0,04	0,00	0,00	0,03	0,03
Mediana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04

Fonte: elaborada pela autora, 2014.

As atividades desenvolvidas no âmbito desta categoria (Apoio) se concentram na preparação e limpeza da base (Nível ID2, subcategoria APB) e preparação da pasta de gesso (nível ID2, subcategoria APG), com destaque para esta última em termos de pior produtividade (Tabela 24).

Esta constatação pode ser feita analisando-se as Tabelas 25 e 26, nas quais se observa um esforço maior da mão de obra na realização das atividades relacionadas às subcategorias ALF (limpeza e organização das ferramentas) e ADM (preparação da pasta de gesso).

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Neste capítulo são tecidas as considerações finais acerca do trabalho realizado, com ênfase no cumprimento dos objetivos propostos, principais conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

### **6.1 Em relação aos objetivos propostos**

O Modelo de Estratificação constitui num avanço no entendimento da produtividade da mão de obra, uma vez que permite ao gestor conhecer os reais desempenhos por meio do seu fracionamento em categorias de ocupação.

Neste trabalho procurou-se utilizar este Modelo para a avaliação da produtividade da mão de obra na execução de revestimento de gesso em pasta, por se tratar de uma opção interessante empregada por diversas construtoras em suas obras em substituição ao revestimento convencional de argamassa.

Para tanto, a partir das premissas, diretrizes e estruturação das categorias preconizadas neste Modelo, elaborou-se uma árvore hierárquica considerando as categorias de ocupação relacionadas ao revestimento de gesso. Também se apresentou um método de coleta, no qual se fez o acompanhamento contínuo da execução deste serviço em cinco obras localizadas na cidade de São Carlos - SP.

Como principais resultados, destacam-se os indicadores de produtividade da mão de obra, nas suas várias modalidades (RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial), tendo como principal contribuição o avanço do conhecimento a respeito da eficiência da execução deste serviço considerando as categorias de ocupação relacionadas. Desta forma, entende-se que este trabalho atingiu plenamente os objetivos propostos.

### **6.2 Conclusões**

As principais conclusões deste trabalho são:

- Os resultados da produtividade da mão de obra para as obras analisadas são relativamente melhores do que os apresentados em trabalhos sobre este tema e serviço já realizados;

- A categoria principal (nível ID1) mais representativa em termos percentuais foi a categoria Trabalho direto, seguida pelas categorias Apoio, Mobilização e Paralisação;
- Quanto maior a representatividade das categorias principais produtivas e auxiliares (Trabalho Direto, Apoio e Mobilização) em detrimento às categorias associadas a atividades improdutivas (Paralisação e Atraso), melhor a produtividade detectada, embora não se tenha observado forte correlação estatística;
- Com relação à categoria trabalho direto, a melhor produtividade da mão de obra é alcançada na execução do revestimento nos tetos em detrimento às paredes;
- Com relação à aplicação e acabamento do revestimento de gesso em pasta nas bases (paredes ou teto), a subcategoria que apresentou melhor produtividade foi a de aplicação da pasta nas bases em detrimento ao desempenho do revestimento (acabamento do mesmo).

### **6.3 Sugestões para trabalhos futuros**

Trabalhos com base no Modelo da Estratificação ainda são incipientes, de tal forma que as sugestões para futuros trabalhos, de uma forma geral, estão direcionadas ao aprofundamento deste tema nos diversos serviços de construção. Assim, como sugestões para futuros trabalhos, podem ser citadas:

- Realização de trabalhos desta natureza e com base no Modelo de Estratificação em outros serviços de construção considerados mais complexos em relação ao de revestimento de gesso, como a execução de estruturas de concreto armado envolvendo a produção de armaduras, montagem e desmontagem de fôrmas e concretagem propriamente dita;
- Aprofundar a coleta envolvendo serviços com composições de mão de obra distintas (oficiais e ajudantes, atuando de forma direta ou indireta), uma vez que este trabalho, por questão de oportunidade, abordou apenas os oficiais, e também etapas anteriores à execução (recebimento, transporte dos materiais, por exemplo);

- Realizar trabalhos com foco voltado à gestão da produtividade da mão de obra, essência do Modelo de Estratificação, envolvendo todos os envolvidos e percorrendo etapas de diagnóstico, proposição de melhorias (intervenção) e, conseqüentemente, um processo de melhoria contínua;
- Ampliar o número de trabalhos sobre revestimento de gesso de tal forma a constituir um banco de dados amplo com vistas à elaboração de modelos de prognósticos para este serviço, focando também os principais fatores influenciadores da produtividade da mão de obra;
- Realizar pesquisa desta natureza considerando a execução deste serviço por meio de projeção mecânica do gesso.

## REFERÊNCIAS

ABDEL-HAMID, M.; ABD ELSHAKOUR, H.; ABDEL-RAZEK, R. Improving construction labor productivity in Egypt using benchmarking. **Banha Higher Institute of Technology**, Banha. 2004.

ABDEL-RAZEK, R. H. Measuring and improving construction productivity using work measurement techniques. INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON STRUCTURAL ENGINEERING. 1992, **Proceedings...**, Cairo, Ain Shams University, Egyptian society of engineers and Canadian Society of civil Eng., 1992. p. 445-546. 14-21 abr.

ABDEL-RAZEK, R. H. Productivity of Egyptian temporary labor in excavation work. **EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS**, v.43, n. 3, p. 3-8. 2004.

ABDEL-RAZEK, R. H., HOSNY, A. Improving bricklayers' productivity. ALEXANDRIA CONFERENCE ON STRUCTURAL E GEOTECHNICAL ENGEINEERING, Alexandria University, Egypt, 1-3 dec. 1990, **Proceedings...**, p. 857-867.

ABDEL-RAZEK, R. H., MCCAFFER, R. Evaluating variability in labor productivity. INTERNATIONAL SYMPOSIUM MANAGEMENT ENGINEERING SOCIETY, Cairo, Egypt, Fev., 1990, **Proceedings...**, p. 527-550.

ADRIAN, J. J. **Construction productivity improvement**. New York: Elsevier, 1987.

ADRIAN, J.J.; BOYER, L. T. Modeling method productivity. **Journal of Construction Division**, ASCE, v. 102, n. 1, p. 157-168, 1976.

ABDEL-RAZEK, R. H.; ABD ELSHAKOUR, M. H.; ABDEL-HAMID, M. Labor productivity: benchmarking and variability in Egyptian projects. **International Journal of Project Management**, v. 25, n. 2, p. 189-197, 2007.

AGOPYAN, V. O gesso na construção civil. SIMPÓSIO DE DESEMPENHO DE MATERIAIS E COMPONENTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL, 2., Florianópolis, 1989. **Anais...** Santa Catarina. p. 64-75.

ARCUDIA, C. E. A. et. al. Nuevo enfoque para el estudio de la productividad em la construcción masiva de vivienda. **Ingeniería e Investigación de la Universidad Nacional de Colombia – Facultad de Ingeniería, Colombia**, n.49, p. 49-58, out. 2002.

AMORIM, D. Taxa de desemprego cai para 5,2% em outubro, diz IBGE. **Estado**, São Paulo, nov. 2013, Artigo publicado na coluna Economia Negócios. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/negocios,taxa-de-desemprego-cai-para-5-2-em-outubro-diz-ibge,170574e>>. Acesso: nov. 2013.

AMORIM NETO, A. A., DANTAS, J. O. C. **Gipsita**, Brasília, 2013. V. 33, p. 78-79, dez. 2013. Disponível em: <[https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra\\_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=9273](https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=9273)> Acesso em: nov. 2014.

AMORIM, S. R. L. Métodos de controle de produção e de produtividade nas edificações ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 12., 1993, Florianópolis. **Anais...** Santa Catarina. p. 743-747.

AMORIM, S. R. L. **Tecnologia, organização e produtividade na construção**. 1995. 118 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Rio de Janeiro: 1995.

ANTUNES, R. P. N. **Estudo da influência da cal hidratada nas pastas de gesso**. 1999. 145 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 1999 a.

ANTUNES, R. P. N. Produtividade dos revestimentos em gesso: influência das propriedades do material. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1., Recife, 1999(b). **Anais...** Recife: GEQUACIL/UFPER, 1999 b. p.138-146.

ANTUNES, R. P. N.; JOHN, V. M. Argamassas de gesso. , **ANTAC**, Porto Alegre, v. 2, n 1, p. 29-37, jan./mar. 2002.

ARANTES, P. C. F. G. **Lean Construction: filosofia e metodologias**. 2008. 86 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008.

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

ARAÚJO, L.O.C. **Método para a proposição de diretrizes para melhoria da produtividade da mão-de-obra na produção de armaduras**. 2005. 503 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ARAÚJO, L. O. C. Produtividade em evidência: entrevista [ago., 2012]. Entrevistadora: Juliana Nakamura. **Guia da Construção**, São Paulo, ano 65, n. 133, p. 10-12, ago. 2012. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/133/produtividade-em-evidencia-para-professor-da-universidade-federal-do-299729-1.aspx>> Acesso em: nov. 2014.

ARAÚJO, L.; CARVALHO, M.; TELLES, C. H. A new model of productivity management as an aid to deadline management. In: INTERNATIONAL CIB WORLD BUILDING CONGRESS, 2013, Brisbane – Queensland University of Technology. **Proceedings...** Brisbane, 19., 2013. Disponível em: <[http://www.conference.net.au/cibwbc13/papers/cibwbc2013\\_submission\\_167.pdf](http://www.conference.net.au/cibwbc13/papers/cibwbc2013_submission_167.pdf)>. Acesso em: jul. 2014.

ARAÚJO, L.; CARVALHO, M.; TELLES, C. H. Introducing a new methodology to mitigate schedule delay damages In: RICS COBRA CONFERENCE, 2012, Las Vegas – Nevada. **Proceedings...** Las Vegas, set. 2012. Disponível em: <[http://www.rics.org/Global/COBRA2012\\_Methodology\\_Delay\\_Damages\\_200912\\_dwl\\_aj.pdf](http://www.rics.org/Global/COBRA2012_Methodology_Delay_Damages_200912_dwl_aj.pdf)> Acesso em: jul.2014

ARAÚJO, L. O; SAMPAIO, P. E. How to measure productivity: a real possibility. In: RICS COBRA CONFERENCE, 2012, Las Vegas – Nevada. **Proceedings...** Las Vegas, set. 2012. Disponível em: <[http://www.rics.org/Global/COBRA2012\\_Measure\\_Productivity\\_200912\\_dwl\\_aj.pdf](http://www.rics.org/Global/COBRA2012_Measure_Productivity_200912_dwl_aj.pdf)>. Acesso em: jul. 2014.

ARAÚJO, L. O. C; SOUZA, U.E.L. Produtividade da mão de obra na execução de alvenaria: detecção e quantificação de fatores influenciadores. **Boletim Técnico**, São Paulo, BT/PCC/269, 24 p., 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.127**: gesso para construção – determinação das propriedades físicas do pó – método de ensaio. Rio de Janeiro, 1991.

\_\_\_\_\_. **NBR 12.128**: gesso para construção – determinação das propriedades físicas da pasta – método de ensaio. Rio de Janeiro, 1991.

\_\_\_\_\_. **NBR 12.129**: gesso para construção – determinação das propriedades mecânicas – método de ensaio. Rio de Janeiro, 1991.

\_\_\_\_\_. **NBR 12.130**: gesso para construção – determinação da água livre e de cristalização e teores de óxido de cálcio e anidrido sulfúrico – método de ensaio. Rio de Janeiro, 1991.

\_\_\_\_\_. **NBR 13207**: gesso para construção civil – especificação. Rio de Janeiro, 1994.

\_\_\_\_\_. **NBR 13.529**: revestimento de paredes e tetos em argamassas inorgânicas – especificação. Rio de Janeiro, 2013.

\_\_\_\_\_. **NBR 13.867**: revestimento interno de paredes e tetos com pasta de gesso – materiais, preparo, aplicação e acabamento – procedimento. Rio de Janeiro, 1997.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos**: projeto e medida do trabalho. São Paulo: Edgard Blucher, 1977. 635 p. Tradução da 6.ed. americana.

BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção**. 5. ed. [Reimpr.]. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos Editora. 2001. v. 1.

BERGAMO, L. R. Ordem na casa. **Construção mercado**, São Paulo, ano 65, n. 131, p.40-41, jun.2012. Artigo publicado na coluna Custos.

CALHEIROS, C. S. **Obtenção dos índices de produtividade da mão-de-obra na construção civil em Manaus**. 2004. 121p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2004.

CAMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – CBIC. **A produtividade na construção civil brasileira**. Disponível em: <[www.cbicdados.com.br](http://www.cbicdados.com.br)>. Acesso em: mar. 2013.

CARDOSO, E. N. **O projeto do processo na melhoria da produtividade da construção civil.** 2001 115 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

CARMINATTI JUNIOR, Riberto. **Análise do ciclo de vida energético de projeto de habitação de interesse social concebido em light steel framing.** 2012. 162 p. Dissertação apresentada na Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 2012.

CARRARO, F. **Produtividade da mão de obra no serviço de alvenaria.** 1998. 226 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

CARVALHO, M. et al. Driving predictable business outcomes in dynamics global Market. Construction Industry Institute, 2011 ANNUAL CONFERENCE, Chicago. **Proceedings...** Chicago, CII, jul. 2011.

CINCOTTO, M. A. et. al. **Argamassa de revestimento:** características, propriedades e métodos de ensaio. São Paulo, IPT, 1995. Boletim técnico n. 68, 118 p.

COELHO, R. S. A. **Método para estudo da produtividade da mão-de-obra na execução de alvenaria e seu revestimento em ambientes sanitários.** 2003. 178 p. Dissertação (Mestrado Profissional) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, São Luís, 2003.

COSTA, F. N. **Processo de execução de revestimento de fachada de argamassa:** problemas e oportunidades de melhoria. 2005. 195 p. Dissertação (mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

DANTAS, M. M. **Proposição de ações para melhoria da produtividade da concretagem em edifícios verticais.** 2006. 162 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

DE MILITO, J. A. **Avaliação do comportamento de pastas de gesso com cimento Portland e sílica ativa para revestimento.** 2001. 228 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

DIAS, A. M. N.; CINCOTTO, M. A. Revestimento à base de gesso de construção. **Boletim Técnico.** São Paulo: EPUSP, n. 142, 1995.

DIAS, A. M. N. **Gesso de construção do pó, pasta e argamassa e aplicação como revestimento interno.** 1994. 157 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo: 1994.

ELAZOUNI, A. M. et. al. Estimating the acceptability of new formwork systems using neural networks. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 131, n. 1, p. 33-41, 1999.

EL-MASHALEH, M.; O'BRIEN, W. J.; LONDON, K. Envelopment methodology to measure and compare subcontractor productivity at the firm level. In: IGLC-9: 9th International Group for Lean Construction Conference: **Proceedings...**, Professional Activities Centre, Faculty of Engineering, National University of Singapore, Singapore, 6-8 ago., p. 1-17, 2001.

ENSHASSI, A. et. al. Reflective practice benchmarking masonry labor productivity. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v.56, n. 4, p.358-368, 2007.

FARAH, M. **Tecnologia, processo de trabalho e construção habitacional**. 1992. 297 p. Tese (Doutorado em Sociologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

FORMOSO, C. T. Sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil. SEMINÁRIO SOBRE INDICADORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL. FORUM DE COMPETIVIDADE. DIÁLOGO PARA DESENVOLVIMENTO. . **Anais...** São Paulo. 2000. São Paulo: MDIC/ABCP, 2000, 1. CD-ROM.

FORMOSO, C. T. et. al. As perdas na construção civil: conceitos, classificações e indicadores de controle. São Paulo, **Téchne**, Ano 23, p. 30-33, jul./ago., 1996.

FERREIRA, R. Começa revisão do Sinapi. **Construção Mercado**, São Paulo, n.141, abril. 2013. Artigo publicado na coluna Custos. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/141/artigo280352-1.aspx>>. Acesso em: abril. 2013.

GONZALEZ, E. F.; JUNGLES, A. E. Análise de produtividade em uma obra planejada e controlada de forma sistêmica. Brasil - São Carlos, 2003. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO**, 3., 2003, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2003. p.8.

GOODRUM, P. M.; HAAS, C. T. Partial factor productivity and equipment technology change at activity level in US construction industry. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 128, n. 6, p. 463-472. 2002.

GOUETT, M. C. et. al Activity analysis for direct-work rate improvement in construction, **Journal of Construction Engineering and Management**, p.1117-1124, dec. 2011.

HEILAND, R. E.; RICHARDSON, W. J. **Work Sampling**, New York, McGraw-Hill, 1957.

HEINECK, L. F. M. et al. Avaliação da produtividade na construção civil a partir de dados censitários. Brasil - São Carlos, 2003. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO**, 3. **Anais...** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2003. p.7.

HERBAZMAN, Z.; ELLIS R. Reserch of factors influencing construction productivity. **Construction, Management and Economics**, New York, v. 8, n. 1, p. 49-61, 1990.

HINCAPIÉ, A. M. **Efeito de substâncias retardadoras de pega nas propriedades de gesso de construção**. São Paulo, 1997. 172 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) –

Departamento de Engenharia de Construção Civil – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo: 1997.

HINCAPIÉ, A. M. H; CINCOTTO, M. A.; Efeito de retardadores de pega no mecanismo de hidratação e na microestrutura do gesso de construção. **Ambiente Construído**, São Paulo, v.1, n.2, p. 07-16, jul./dez. 1997.

HINCAPIÉ, A. M. et. al Revestimento de gesso I. **Téchne**. São Paulo: ano 4, n. 21, p. 44-47, mar./abr. 1996 a.

HINCAPIÉ, A. M. H. et. al Revestimento de gesso II. **Téchne**. São Paulo: ano 4, n. 22, p. 49-52, maio./jun. 1996 b.

HOMYUN, J. et. al. Labour productivity model for reinforced concrete construction projects. **Journal Emerald Construction Innovation**, v. 11, n. 1, p. 92-113, 2011.

HOSNY, A.; ABDEL-RAZEK, R. H., Improving productivity of tiling operations: a case study. International colloquium on structural engineering, Ain Shams University, Egyptian society of engineers and Canadian Society of civil Eng., Cairo, 14-21 abr. 1992, **Proceedings...**, p. 397-408.

INOUYE, K. P. **Proposição de um método para subsidiar o prognóstico de custos de urbanização de conjuntos habitacionais horizontais com base em indicadores físicos**. 2009. 313 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo: 2009.

J. MENDO CONSULTORIA, **Relatório Técnico 34: Perfil da Gipsita**. Brasília, 2009. p. 15. Contrato n. 48000.003155/2007-17: Desenvolvimento de Estudos para Elaboração do Plano Duodecenal (2010-2030) de Geologia, Mineração e Transformação Mineral.

JOHN, V. M.; CINCOTTO, M. A. Gesso de construção civil. In ISAIA, G. C. (Ed.). **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. São Paulo: Ibracon, 2007. v. 1, p.727-760.

KARSHENAS, S.; FENG, X., Application of neural networks in earthmoving equipment production estimating. Conference of computing in civil engineering, ASCE, New York, 1992, **Proceedings...**, p. 841-847.

KOSKELA, L.; Application of the new production philosophy to construction. **Lean Construction**, Stanford, EUA, CIFE, ago. 1992. Technical Report n. 72.

LANTELME, E. M. V. **Proposta de um sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil**. 1994. 124 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

LEME, R. A. S. et al. **Controles na produção**. 2. ed. São Paulo: Pioneira: 1974. (Coleção de Engenharia de Produção e Administração Industrial, CEPAD).

LIBRAIS, C. F. **Método prático para estudo da produtividade da mão-de-obra no serviço de revestimento interno de paredes e pisos com placas cerâmicas.** 2001. 117 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

LOPES, J. A. E. **Produtividade da mão-de-obra em projetos de estruturas metálicas.** 2001. 142 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Produção – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

LU, M. et. al. Estimating labor productivity using probability inference neural network. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 14, n. 4, p. 241-248, 2000.

LUCARINY, L. H. **Gestão de empreendimentos: fatores que influenciam a gestão de prazos na Construção Pesada.** 2013. 45 p. Monografia (Curso de Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

MAEDA, F. M. **Produtividade da mão-de-obra nos serviços de revestimento interno de paredes e tetos em argamassa e em gesso.** 2002. 177 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo: 2002.

MALONEY, W. F. Productivity improvement: the influence of labor. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 107, n.C04, p. 641-647, 1981.

MALONEY, W. F.; McFILLEN, J. M. Valance of and satisfaction with job outcomes. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 111, n. 1, p. 53-73, 1985.

MARCHIORI, F. F., **Desenvolvimento de um método para elaboração de redes de composições de custo para orçamentação de obras de edificações.** 2009. 237 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, edição revisada, São Paulo, São Paulo, 2009.

MARCHIORI, F. F., **Estudo da produtividade e da descontinuidade no processo produtivo da construção civil: um estudo de caso para edifícios altos.** 1998. 103 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

MARTINES, R. C. C. **Implantação de sistema de gestão da produtividade em empresa construtora.** 2007. 96 p. Dissertação (Mestrado em Habitação) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2007.

MARTINS, P. M. L. **Avaliação da produtividade na construção no Brasil: o modelo de estratificação.** 2013 91 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Porto, Portugal, 2013.

MATOS, A. O. **Planejamento operacional para execução dos sistemas prediais hidráulicos, sanitários e de gás combustível.** 2011. 171 p. Dissertação apresentada na Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

McKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **Produtividade: a chave de desenvolvimento acelerado no Brasil.** São Paulo: Mckinsey Brasil, 1998.

MELLO, L. C. B. B.; AMORIM, S. R. L. O subsetor de edificações da construção civil no Brasil: uma análise comparativa em relação à União Europeia e aos Estados Unidos. **Produção**, v. 19, n. 2, p. 388-399, maio/ago., 2009.

MONTOUTO, A. C. M. **Produtividade da mão de obra para o serviço de alvenaria de vedação de blocos de concreto**. 2009. 165 p. Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2009.

MOREIRA, D. A. **Medida da produtividade na empresa moderna**. São Paulo: Pioneira, 1991.

MOREIRA, D. A. **Os benefícios da produtividade industrial**. São Paulo: Pioneira, 1994.

MOREIRA, S. V. S. **A implantação de indicadores de qualidade e produtividade na construção civil**. 1996. 138 p. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1996.

MORI, L. M. **Sistema de informação gerencial para previsão de produtividade do trabalho na alvenaria de elevação**. 2008. 232 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

NOGUEIRA, L. A. O milagre da multiplicação. **Istoé Dinheiro**, São Paulo, jan. 2013, Artigo publicado na coluna Notícias. Disponível em: <<http://www.istoedinheiro.com.br/noticias/economia/20130118/milagre-multiplicacao/120435.shtml>> Acesso em: dez. 2013.

NOVA meta no MCMV. **Construção Mercado**, São Paulo, ano 65, n.131, p.8-9, jun. 2012. Nota publicada na seção Painel de mercado, na coluna Curta.

OLIVEIRA, C. S. P. As principais características da mão-de-obra da construção civil que interferem na filosofia da qualidade. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP, 17., Gramado. **Anais ...** Rio Grande do Sul, 1997. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1997\\_T3302.PDF](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1997_T3302.PDF)> Acesso em: dez 2014.

OLIVEIRA, F. M. et. al. Características mineralógicas e cristalográficas da gipsita do Araripe. **Holos**, v. 5, p. 71-82, 2012.

OLIVEIRA, M. et. al. **Sistemas de indicadores de qualidade e produtividade para construção civil**. Porto alegre: Ed. Senai/RS, 1995.

PALIARI, J. C. **Método para prognóstico da produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais: sistemas prediais hidráulicos**. 2008. 661 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

PARAVISI, S. **Avaliação de sistemas de produção de revestimentos de fachada com aplicação mecânica e manual de argamassa**. 2008. 179 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Escola de Engenharia, Porto alegre, 2008.

PICCHI, F. A. **Sistema de qualidade: uso em empresas de construção.** 1993. 462 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo, 1993.

PORTAS, J.; ABOURIZK, S. Neural network model for estimating construction productivity, **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 123, n. 4, p. 399-410, 1997.

PRODUTIVIDADE: salto inadiável. **Construção Mercado**, São Paulo, ano 65, n.137, p.36-41, dez. 2012.

QUINALIA, E. Gesso liso: desempenado ou sarrafeado, a execução desse acabamento em paredes e tetos traz agilidade e economia ao empreendimento. **Revista Técnica**, São Paulo, ano 13, n. 99, p. 36-38, jun. 2005.

REIS, F. S. B. **Produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais no serviço de coberturas com telhado.** 2005. 266 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ROSSO, T. **Racionalização construtiva.** São Paulo: USP/FAU, 1990.

SANDERS, S. R.; THOMAS, H. R. Factors affecting masonry-labor productivity, **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 117, n. 4, p. 626-644, 1991.

SALIM NETO, J. J. **Diretrizes de projeto para melhorar a produtividade na montagem de componentes pré-cortados e pré-dobrados de aço para estruturas de concreto armado de edifícios.** 2009. 242 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SANTOS, A. Medição de produtividade em canteiros utilizando a técnica da amostragem do trabalho. *Gestão da qualidade na construção civil: uma abordagem para empresas de pequeno porte.* 2. ed. Porto Alegre: PQPCC/RS, 1995 a., p. 197-222.

SANTOS, A. **Método de intervenção em obras de edificações enfocando o sistema movimentação e armazenamento de materiais: um estudo de caso.** 1995. 172 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995 b.

SCARDOELLI, L. S. **Iniciativas de melhorias voltadas à qualidade e a produtividade desenvolvidas por empresas de construção de edificações.** 148 p. Dissertação (Mestre em Engenharia) Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

SCARDOELLI, L. S.; SILVA, M. F.; FORMOSO, C. T. Inventário de iniciativas de melhorias voltadas à produtividade e qualidade desenvolvidas por empresas de construção de edificações. **INTERNATIONAL SEMINAR ON SCRUTURAL MASONRY FOR DEVELOPING COUNTRIES**, 5., Florianópolis. **Anais ...** Santa Catarina, 1994. p. 539-548.

SILVA, M. J. F. **Previsão de indicadores de produtividade para estruturas de concreto armado: serviço de fôrmas.** 150 p. Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2008.

SMITH, E. A. **Manual da produtividade: métodos e atividades para envolver os funcionários na melhoria de produtividade.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1993. 249 p.

SMITH, S. D. Earthmoving productivity estimation using linear regression techniques, **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 125, n. 3, p. 133-141, 1999.

SONMEZ, R.; ROWINGS, J. E. Construction labor productivity modeling with neural networks. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 124, n. 6, p. 498-504, 1998.

SOUZA, P. H. M. **Implantação de um sistema de medições de produtividade da mão de obra para apoio ao planejamento de curto prazo em edificações.** 2012. 129 p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Departamento de Geotécnica, Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

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. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

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

SOUZA, U.E.L. **Como aumentar a eficiência da mão de obra:** manual de gestão da produtividade na construção civil. São Paulo: Pini, 2006.

STEFANO, F; KROEHN, M; OSCAR, N. Como vencer o apagão da mão de obra. **Exame**, São Paulo, edição 1004, ano 45, n.22, p.40-52, nov.2011. Artigo publicado na coluna Economia.

STEFANO, F; MAIA JUNIOR, H. Agora vem a parte mais difícil. **Exame**, São Paulo, edição 1025, ano 46, n.19, p.34-43, out.2012.

TABELAS de composição de preços para orçamentos - TCPO, 13. ed. São Paulo: Pini, 2008.

TAVARES, Y. V. P. et. al. Reaproveitamento do resíduo de gesso na execução de revestimento interno de vedação vertical. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, **ANTAC**, Porto Alegre, v. 2, n 1, p. 103-119, jan./mar. 2010.

THOMAS, H. R. Effects of scheduled overtime on labor productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.118, n.1, p.60-67, 1994.

THOMAS, H. R. et. al. Benchmarking of labor-intensive construction activities: lean construction and fundamental principles of working management, **CIB Publication**, n.276, 170 p., 2002.

THOMAS, H. R. et. al. Improving productivity estimates by work sampling. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.110, n.2, p.178-188, 1994.

THOMAS, H. R. et. al. **An exploratory study of productivity forecasting using the factor model for masonry**. Pennsylvania, Pennsylvania Transportation Institute, 1989. (Final Report. PENNSTATE. 9019).

THOMAS, H. R.; KRAMER, D. F. **The manual of construction productivity measurement and performance evaluation**. Austin: Construction Industry Institute Report, 1987.

THOMAS, H. R.; SAKARCAN, A. S., Forecasting labor productivity using fator model. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.120, n.1, p.228-239, 1994.

THOMAS, H. R.; SANDERS, S. R. Factors affecting masonry labor. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 117, n. 4, p. 626-644, 1991.

THOMAS, H. R.; SMITH, G. R. **Procedures manual for collecting productivity and related data of labor-intensive activities on commercial construction projects: masonry**. Pennsylvania: University Park, 1990. (The Pennsylvania Transportation institute Report).

THOMAS, H. R. et. al. Modeling construction labor productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, Reston, v.116, n.4, p.705-726, nov./dec. 1990.

THOMAS, H. R.; YIAKOUMIS, I. Factor model of construction productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 113, n. 4, p. 623-639, dec. 1987.

THOMAS, H. R.; ZAVRSKI, I. Construction baseline productivity: theory and practice. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.125, n.5, p.295-302, 1999.

TIPPETT, L. H. C. A snap-reading method of making time studies of machines and operatives in factory surveys. Shirley Inst., Mem., p. 13-73, 1934.

TOLEDO, S. E.; NASCIMENTO, L. A. A indústria da construção na era da informação. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, ENTAC, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 69-81, jan. / mar. 2003.

TOON, S. Construction productivity and performance measurement. **Technology Journal**, v. 3, n. 1, p.1-10, jun.2011. (Article of Bechtel Corporation). Disponível em: <<http://www.bechtel.com/assets/files/TechJournal/2011/Cent%20Eng%2001%20Construction%20Productivity%20Final.pdf>> Acesso em: jul.2013.

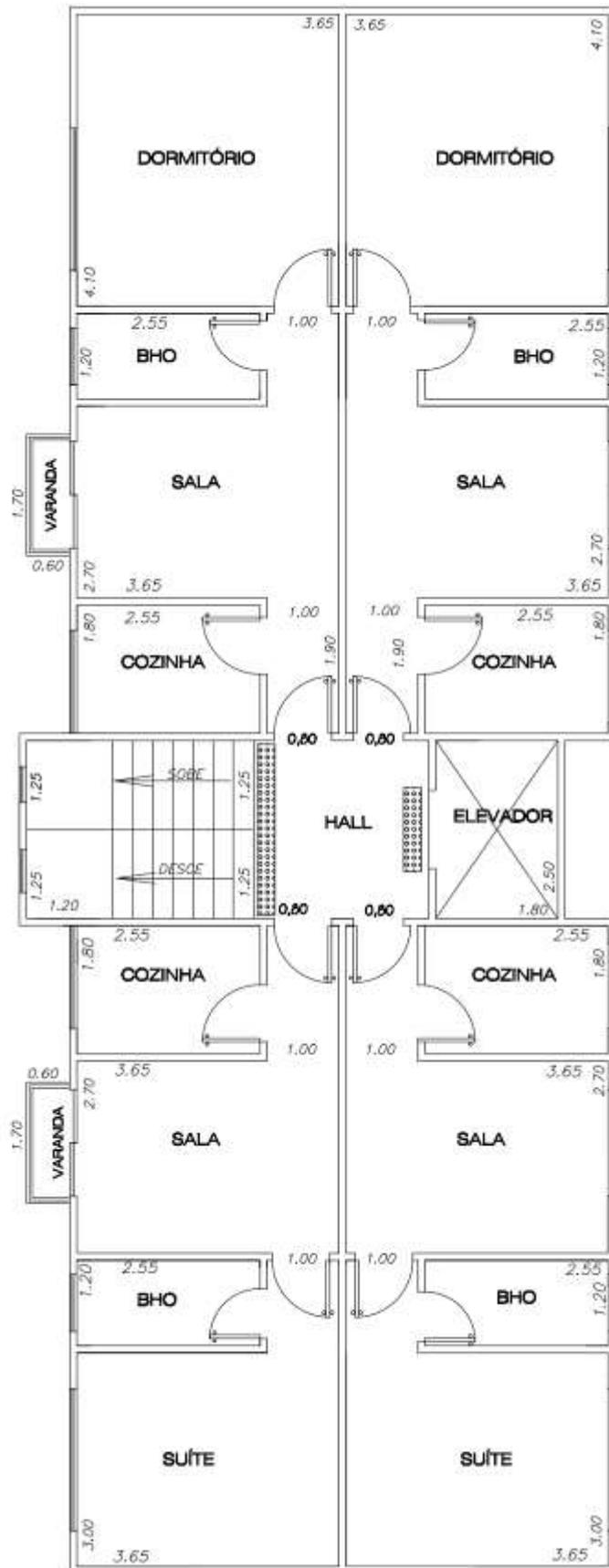
TROVÃO, A. P. M. **Pasta de gesso com incorporação de resíduo de gesso e aditivo retardador de pega**. 2012. 158 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2012.

ZAYED, T. M.; HALPIN, D. W. Productivity and cost regression models for pile construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 131, n. 7, p. 779-789, 2005.

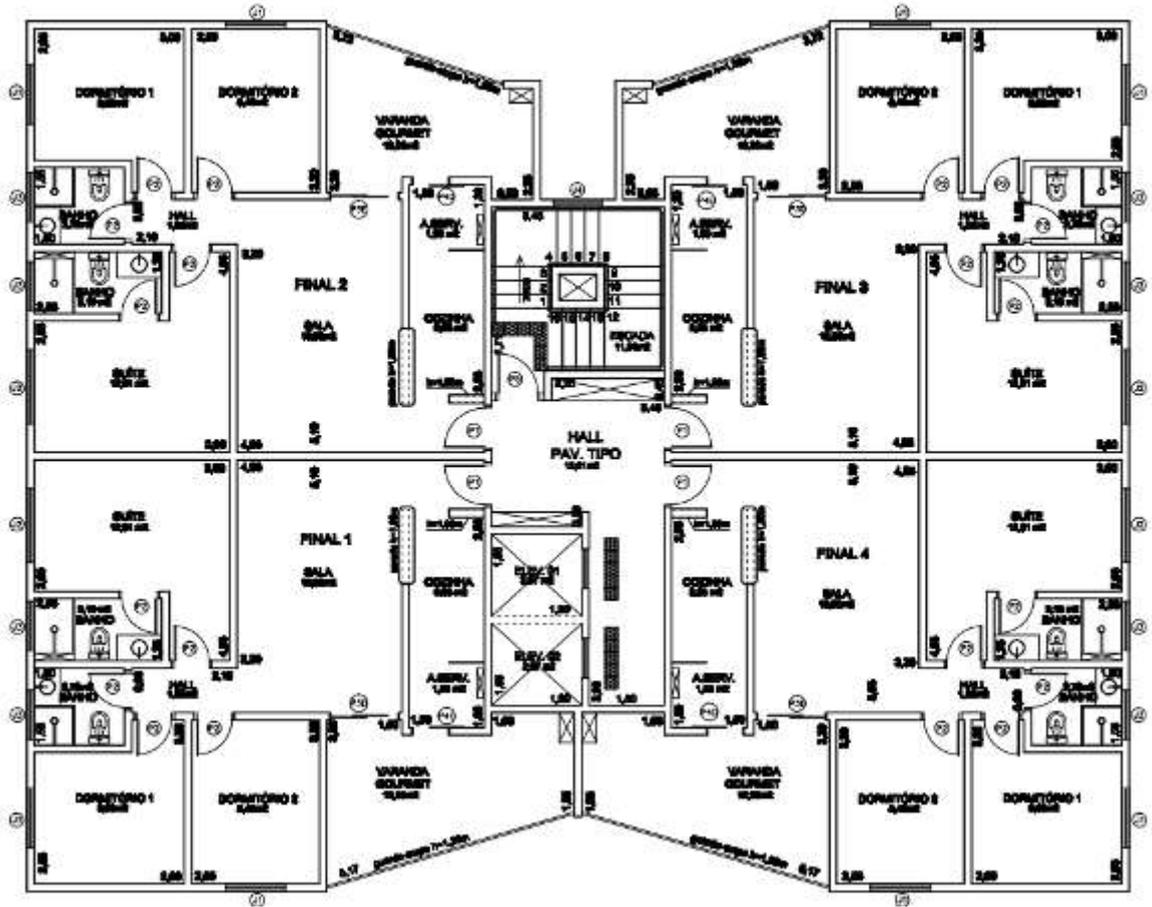




## ANEXO B – Planta arquitetônica da obra SC2



ANEXO C – Planta arquitetônica da Obra SC3



ANEXO D – Planta arquitetônica da Obra SC4

