

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ANÁLISE DE PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA NO  
SERVIÇO DE EXECUÇÃO DA ALVENARIA**

**TIAGO KRETZER WALTER**

**FLORIANÓPOLIS**

**2018**

**TIAGO KRETZER WALTER**

**ANÁLISE DE PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA NO  
SERVIÇO DE EXECUÇÃO DA ALVENARIA**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido  
à Universidade Federal de Santa Catarina  
como parte dos requisitos para obtenção do  
título de Engenheiro Civil.

Área: Construção Civil

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Fernanda Fernandes Marchiori, Dr.<sup>a</sup>.

FLORIANÓPOLIS

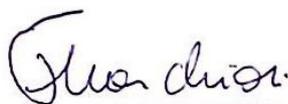
2018

ANÁLISE DE PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA NO SERVIÇO DE  
EXECUÇÃO DA ALVENARIA

TIAGO KRETZER WALTER

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi defendido e julgado adequado como parte dos  
requisitos para a obtenção do título de  
ENGENHEIRO CIVIL

Prof<sup>ª</sup> Lia Caetano Bastos, Dr<sup>ª</sup>.  
Coordenadora do TCC



Prof.<sup>a</sup> Fernanda Fernandes Marchiori, Dr.<sup>a</sup>  
Orientadora

Banca Examinadora:

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

Eng. Msc. Camila Isaton  
Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil

## **Agradecimentos**

À professora Dr<sup>a</sup> Fernanda Fernandes Marchiori, pela orientação, paciência e compreensão durante a realização deste trabalho, além de todo o conhecimento proporcionado.

À professora Dr<sup>a</sup> Cristine Mutti e à mestre Camila Isaton, por aceitarem fazer parte da minha banca e contribuírem com o aprimoramento deste trabalho.

Aos meus pais, Wagner e Maria Rosânia, por todo o apoio que me deram durante o período da graduação, e por todo amor e ensinamentos passados a mim durante a minha vida. A eles expressei todo o meu reconhecimento e gratidão.

Às minhas irmãs, Tamiris e Taís, pelo companheirismo e amizade durante toda a minha vida.

A toda minha família, por todo carinho, acolhimento e apoio ao meu crescimento pessoal.

Aos Rats, amigos que fiz durante a graduação e levarei comigo pelo resto da minha vida. Todos os momentos juntos foram importantes para o meu desenvolvimento.

Aos meus amigos Gabriela, Matheus e Rafael, por me proporcionarem momentos bons durante muitos anos.

Aos amigos da rede PASCH, Guilherme, Letícia e Matheus, por fazerem parte do meu dia a dia nos últimos anos.

Aos amigos feitos no intercâmbio, pelo suporte durante essa época da graduação.

Aos companheiros de treino de Jiu Jitsu, os quais me acompanham por anos e contribuem para o meu bem estar.

A todos os professores e colegas de curso que contribuíram para a minha formação.

## Resumo

O contexto da grande competição e a necessidade de se cumprir prazos e de se controlar custos obrigou empresas de construção civil a investirem no aperfeiçoamento da produtividade nos processos de construção da maioria das edificações. Dessa forma, o presente Trabalho de Conclusão de Curso teve como objetivo principal coletar informações relativas à produtividade, gerando um banco de dados, o que permite às empresas elaborarem um planejamento e orçamento mais adequados, além de ser uma maneira de se identificar possíveis problemas do processo. A produtividade do serviço de alvenaria de vedação foi avaliada criticamente e comparada com os dados da bibliografia. Também foram geradas estratificações da produtividade da mão de obra em categorias de ocupação na execução do serviço de alvenaria de vedação, apresentando valores de indicadores de produtividade, expressos em homens-hora por metro quadrado (Hh/m<sup>2</sup>) de alvenaria elevada de tal forma a se identificar, entre as categorias de ocupação da mão de obra, oportunidades de melhoria. Para isso, foi realizado um estudo de caso em uma obra de edificação multifamiliar da grande Florianópolis, em que foi feita uma detalhada observação e levantamento da produtividade da mão de obra, levando-se em conta as categorias de ocupação (Trabalho direto, Atrasos, Mobilização, Paralisação, Deslocamentos e Apoio), trazendo como resultado os indicadores de produtividade estratificados de acordo com estas categorias. Com o tratamento e análise dos dados obtidos em obra, acredita-se que os objetivos foram alcançados. Constatou-se que a produtividade da mão de obra apresentou bons resultados em comparação aos números da bibliografia. Enquanto a obra em estudo apresentou uma RUP potencial de 0,49 Hh/m<sup>2</sup>, os valores encontrados na literatura foram de 0,89 Hh/m<sup>2</sup> (FALETTI E GHISLENI, 2012) e 0,90 Hh/m<sup>2</sup> (ARAÚJO, 2000). Com relação às estratificações, verificou-se que o principal valor significativo na distribuição das frações da produtividade foi na categoria de ocupação Trabalho direto. Portanto, este trabalho contribui com a elaboração da estrutura analítica de categorias de ocupações para o serviço de execução da alvenaria de vedação, assim como a formação dos indicadores da produtividade da mão de obra nessas categorias para esse serviço.

**Palavras-chave:** alvenaria de vedação. Produtividade. Produtividade estratificada da mão de obra.

## **Abstract**

The context of the great competition and the need to meet deadlines and control costs forced construction companies to invest in improving productivity in the construction processes. Thus, the main purpose of this study was to collect information related to productivity, generating a database, which allows companies to prepare a more adequate planning and budget, as well as being a way to identify possible problems of the process. The productivity of the masonry service was evaluated critically and compared with the literature data. Also, stratifications of labor productivity in occupational categories in the execution of the masonry service were presented, showing values of productivity indicators, expressed in man-hours per square meter (Hh / m<sup>2</sup>) of masonry raised in such a way as to identify opportunities for improvement. Therefore, a case study was carried out in a multifamily construction project in Florianópolis, Brazil, in which a detailed observation and survey of labor productivity was carried out, taking into account the occupational categories (Direct Work, Delays, Mobilization, Paralysis, Displacement and Support), resulting in productivity indicators stratified according to these categories. With the treatment and analysis of the data obtained on site, it is believed that the objectives were achieved. It was found that the labor productivity presented good results in comparison to the numbers found in the bibliography. Regarding the stratifications, it was verified that the main significant value in the distribution of the fractions of the productivity was in the category of occupation Direct Labor. Therefore, this work contributes to the elaboration of the analytical structure of categories of occupations for the masonry service, as well as the formation of labor productivity indicators in these categories for this service.

**Key words:** Masonry. Labor productivity. Stratified Labor Productivity.

## Lista de Figuras

Figura 1 – Esquema sobre produtividade .....	16
Figura 2 – Classificação da mão de obra .....	18
Figura 3 – Área de alvenaria executada .....	19
Figura 4 – Modelo conceitual dos fatores que afetam a produtividade da mão de obra.	22
Figura 5 – Fases do modelo de estratificação.....	24
Figura 6 – Exemplo da representação gráfica do modelo de estratificação .....	26
Figura 7 – Exemplo da disposição gráfica do nível da classe de ocupação .....	27
Figura 8- Construção de edifício utilizando alvenaria de vedação em blocos cerâmicos .....	28
Figura 9 – Exemplo de alvenaria convencional .....	31
Figura 10 – Etapas da pesquisa .....	34
Figura 11 – Estágio da obra no início do estudo .....	36
Figura 12 – Planta baixa do pavimento tipo.....	37
Figura 13 – Entendimento do processo de execução .....	38
Figura 14 – Planta baixa do pavimento tipo com coleta de dados .....	41
Figura 15 – Fluxograma do processo de execução .....	47
Figura 16 – Dinâmica do preenchimento diário da mão de obra .....	48
Figura 17 - Hierarquia da estrutura analítica das categorias e subcategorias.....	49
Figura 18 – RUPs estratificadas: nível ID1 .....	50
Figura 19 – Sistema de entrega de blocos cerâmicos com paletes. ....	52
Figura 20 – Transporte dos blocos cerâmicos na obra.....	53
Figura 21 – Exemplo de marcação .....	54
Figura 22 – Exemplo de fixação .....	54
Figura 23 – Armazenamento da argamassa estabilizada .....	55
Figura 24 – Uso de jericas para transporte de argamassa .....	56
Figura 25 – Gráfico dos índices de produtividade reais – Pedreiro 1.....	67
Figura 26 – Gráfico dos índices de produtividade reais – Pedreiro 2.....	67
Figura 27 - Gráfico dos índices de produtividade previstos x reais – Pedreiro 1.....	68
Figura 28 - Gráfico dos índices de produtividade previstos x reais – Pedreiro 2.....	68
Figura 29 – Gráfico dos índices de produtividade reais – equipe direta.....	69
Figura 30 - Gráfico dos índices de produtividade previstos x reais – equipe direta.....	70
Figura 31 – Valores de RUP diária – Pedreiro 3 .....	71
Figura 32 – RUP diária estratificada por categoria de ocupação (ID1) – Pedreiros 1 e 2: 03/10/2018.....	74
Figura 33 – RUP diária estratificada por categoria de ocupação (ID1) – Pedreiro 3: 10/10/2018.....	75
Figura 34 – RUP diária estratificada por categoria de ocupação (ID1) – Pedreiro 2: 10/10/2018.....	76
Figura 35 – RUP diária estratificada por categoria de ocupação (ID1) – Pedreiro 3: 10/10/2018.....	76
Figura 36 – RUPs cumulativas (Hh/m <sup>2</sup> ) em relação à categoria de ocupação (%): nível ID1 .....	78
Figura 37 – RUPs potenciais (Hh/m <sup>2</sup> ) em relação à categoria de ocupação (%): nível ID1 .....	79

## **Lista de Quadros**

Quadro 1 – Fatores que afetam os níveis de produtividade .....	21
Quadro 2 - Categoria de ocupação e suas respectivas subcategorias: execução da alvenaria de vedação .....	44
Quadro 3 - Identificação das categorias e subcategorias da ocupação das atividades....	45
Quadro 4 - Levantamento dos fatores para a obra em estudo .....	57
Quadro 5 - Variação de valores de $\Delta RUP$ .....	58
Quadro 6 - Estimativa de RUP cumulativa de elevação .....	58

## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Levantamento da RUP .....	40
Tabela 2 – Intervalo de valores para a previsão da RUP potencial direta de elevação ..	58
Tabela 3 – Índices de produtividade diária dos pedreiros e da equipe de alvenaria e fatores influenciadores observados .....	59
Tabela 4 – Índices de produtividade reais e previstos – Pedreiro 1.....	66
Tabela 5 – Índices de produtividade reais e previstos – Pedreiro 2.....	66
Tabela 6 - Índices de produtividade reais e previstos – equipe direta .....	69
Tabela 7 – Índices de produtividade diária do Pedreiro 3 e fatores influenciadores observados .....	71
Tabela 8 - RUP diária estratificada por categoria de ocupação (ID1): 03/10/2018 .....	74
Tabela 9 - RUP diária estratificada por categoria de ocupação (ID1): 10/10/2018 .....	74
Tabela 10 – Resumo das RUPS cumulativas (Hh/m <sup>2</sup> ) estratificadas em função das categorias de ocupação: nível ID1 .....	77
Tabela 11 – Representatividade (%) das categorias de ocupação: RUPs cumulativas: nível ID1.....	77
Tabela 12 – Resumo das RUPs potenciais (Hh/m <sup>2</sup> ) estratificadas em função das categorias de ocupação: nível ID1 .....	78
Tabela 13 – Representatividade (%) das categorias de ocupação: RUPs potenciais: nível ID1 .....	78
Tabela 14 – Resumo dos indicadores de produtividade da mão de obra – Nível ID2 da categoria principal Trabalho Direto.....	80
Tabela 15 – Resumo das RUPs cumulativas – Nível ID2 da categoria principal Atrasos .....	80
Tabela 16 - Resumo das RUPs potenciais – Nível ID2 da categoria principal Atrasos .	80
Tabela 17 - Resumo dos indicadores de produtividade da mão de obra – Nível ID2 da categoria principal Mobilização .....	81
Tabela 18 - Resumo das RUPs cumulativas – Nível ID2 da categoria principal Paralisação.....	82
Tabela 19 - Resumo das RUPs potenciais – Nível ID2 da categoria principal Paralisação .....	82
Tabela 20 - Resumo dos indicadores de produtividade da mão de obra – Nível ID2 da categoria principal Deslocamentos .....	82
Tabela 21 - Resumo das RUPs cumulativas – Nível ID2 da categoria principal Paralisação.....	83
Tabela 22 - Resumo das RUPs potenciais – Nível ID2 da categoria principal Paralisação .....	83

## Sumário

1. Introdução.....	12
1.1. Justificativa .....	12
1.2. Objetivos .....	13
1.2.1. Objetivo geral .....	13
1.2.2. Objetivos específicos.....	13
1.3. Limitações do Trabalho .....	13
1.4. Estrutura do trabalho .....	14
2. Revisão Bibliográfica.....	15
2.1. Produtividade .....	15
2.1.1. Definição do indicador de produtividade .....	16
2.1.2. Como medir produtividade .....	17
2.1.3. Como medir as horas trabalhadas .....	18
2.1.4. Como medir as quantidades de serviço .....	19
2.1.5. Períodos de tempo do indicador de produtividade.....	19
2.2. Modelo dos fatores .....	20
2.3. Modelo de estratificação da produtividade .....	22
2.3.1. Planejamento de avaliação.....	24
2.3.2. Avaliação .....	24
2.3.3. Processamento dos dados .....	26
2.3.4. Análise dos resultados .....	27
2.3.5. Comunicação dos resultados e ações .....	27
2.4. Execução da alvenaria .....	27
2.4.1. Alvenaria de vedação tradicional.....	29
2.4.2. Alvenaria de vedação racionalizada.....	31
3. Método de pesquisa.....	33
3.1. Sequência da pesquisa .....	33
3.1.1. Revisão bibliográfica.....	35
3.1.2. Apresentação da empresa .....	35
3.1.3. Descrição da obra.....	35
3.1.4. Entendimento do serviço de alvenaria de vedação .....	38
3.1.5. Descrição do método de coleta de dados em obra .....	38
3.1.6. Tratamento e análise crítica dos dados.....	42
3.1.7. Considerações finais.....	42
3.2. Levantamento da produtividade estratificada .....	42
3.2.1. Método de coleta e processamento .....	42

3.2.2. Estruturação das categorias de ocupação das atividades .....	43
3.2.3. Procedimento para coleta de dados .....	47
3.2.4. Processamento dos dados .....	48
4. Apresentação e análise dos dados .....	51
4.1. Caracterização da mão de obra.....	51
4.2. Levantamento de produtividade .....	51
4.2.1. Alvenaria .....	52
4.2.2. Ferramentas e equipamentos.....	55
4.2.3. Recursos humanos.....	56
4.2.4. Organização da produção .....	56
4.2.5. Previsão da produtividade pelo método desenvolvido por Araújo (2000)....	57
4.2.6. Produtividade (RUP) Real .....	59
4.2.7. Considerações sobre os índices obtidos .....	72
4.3. Indicador da RUP estratificada: 1º nível (ID1) .....	73
4.3.1. Resumo das RUPs estratificadas por categoria de ocupação: nível ID1 .....	77
4.3.2. Indicador RUP estratificada da subcategoria ID2.....	79
5. Conclusões.....	84
5.1. Sugestões para trabalhos futuros .....	86
Referências .....	87
Apêndice .....	91

# 1. Introdução

## 1.1. Justificativa

Com o cenário econômico atual, marcado pela recente crise e pelo aumento da competição, as construtoras e incorporadoras, que buscam cada vez mais diminuir os custos e os prazos, devem prezar pela eficiência nos processos construtivos, a fim de diminuir desperdícios e otimizar o tempo dos colaboradores durante as obras. Um fator determinante para o sucesso das construtoras é a elevação dos índices de produtividade.

O estudo da produtividade da mão de obra representa uma poderosa contribuição para o desenvolvimento da indústria da construção civil, uma vez que a mão de obra é um dos recursos físicos mais importantes para a construção de edifícios, e que, “muitas vezes, é ela quem determina o ritmo de várias atividades da construção” (SOUZA, 1996). Costa (2003) afirma que é importante que as empresas tenham noção dos índices de perdas e produtividade em seus canteiros, para assim buscarem melhorias.

Entretanto, Kondo (1989 *apud* LIBRAIS, 2001) afirma que a gestão da mão de obra apresenta dificuldades maiores às dos materiais, pois ela trata do gerenciamento de pessoas, as quais apresentam variações de comportamento. Acredita-se que isso afeta diretamente a motivação para o trabalho e, conseqüentemente, a produtividade.

A baixa produtividade encontrada nas obras brasileiras também é vista no elevado percentual de tempos improdutivo da mão de obra (BICCA, FORMOSO, SCARDOELLI, 1994 *apud* FALETTI e GHISLENI, 2012). Presume-se que a falta de planejamento do canteiro, que tem falhado desde a etapa de projeto, o descaso com as condições do trabalhador, a falta de coordenação, e até a organização do canteiro são as principais causas dessas circunstâncias.

Proverbs *et al.* (1999) asseguram que o conhecimento de indicadores de produtividade é fundamental para as empresas de construção, pois servem de parâmetros para a avaliação de suas capacidades e de seus processos em comparação com os seus concorrentes. Para Souza (1997), a produtividade é tema principal para a realização de estudos e pesquisas, pois as construtoras se encontram desprovidas de dados quanto a esse assunto. Mesmo que a afirmação anterior tenha sido feita há 21 anos, sabe-se que a carência na área ainda é vista, portanto, o seu estudo é de extrema importância para a Indústria da Construção Civil.

Diante da relevância do papel do controle da produtividade dentro do campo da construção civil, propõe-se para este trabalho de conclusão de curso a análise da

produtividade de mão de obra na execução do serviço de alvenaria de vedação em um empreendimento real, seguido de uma análise dos resultados.

## **1.2. Objetivos**

### *1.2.1. Objetivo geral*

O objetivo geral deste trabalho é analisar a produtividade da mão de obra na execução do serviço de alvenaria em uma obra já em andamento de um edifício residencial.

### *1.2.2. Objetivos específicos*

- a) Levantar o indicador de produtividade da mão de obra;
- b) Determinar os fatores influenciadores envolvidos no serviço de execução da alvenaria;
- c) Comparar os indicadores da literatura com os encontrados neste estudo;
- d) Obter indicadores de produtividade da mão de obra estratificados;
- e) Identificar a categoria de ocupação principal<sup>1</sup> mais significativa em termos de produtividade da mão de obra na execução do serviço de alvenaria;
- f) Identificar, para cada categoria principal de ocupação, a representatividade das respectivas subcategorias de atividades.

## **1.3. Limitações do Trabalho**

Todo o estudo teve como base observações em campo, medições, registros fotográficos e entrevistas informais em uma obra de um edifício residencial multifamiliar na cidade de São José, Santa Catarina. Como principal limitação, ressalta-se o fato de que o período de avaliação foi reduzido em relação ao tempo total da obra, o que limitou o número de serviços avaliados e um diagnóstico mais aprofundado.

Diante dos objetivos do trabalho, apresentados no Item 1.2, vale salientar que o estudo não contempla todos os aspectos de uma obra de construção civil, nem todas as possíveis deficiências do serviço analisado.

---

<sup>1</sup> Categoria de ocupação principal, neste caso, refere-se à classe de atividade exercida pelo oficial, tais como Trabalho Direto, Apoio, entre outras.

Destaca-se, também, que o presente trabalho não avaliou a qualidade do serviço executado. Sabe-se que este fator pode ter grande influência nos valores de produtividade.

Por fim, os dados para a obtenção de indicadores de produtividade da mão de obra estratificada foram coletados em apenas dois dias de trabalho, a fim de se compreender melhor a execução dos serviços e a utilização do tempo disponível de trabalho. Para dados mais confiáveis, o ideal é que se colete dados em mais dias de serviço.

#### **1.4. Estrutura do trabalho**

Este trabalho é composto por cinco capítulos. No capítulo 1 é apresentada uma breve introdução sobre noções de produtividade, contendo a justificativa para a realização trabalho. Também são apresentados os objetivos geral e específicos deste trabalho.

O capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica sobre os assuntos abordados no trabalho, abrangendo os conceitos relacionados ao processo de produtividade da mão de obra na construção civil.

O capítulo 3 apresenta o método adotado no trabalho. Descreve-se o empreendimento utilizado como estudo de caso, além do processo obtenção dos dados.

O capítulo 4 mostra os resultados encontrados neste estudo, a análise dos dados, em forma de quadros, índices e gráficos comparativos.

O capítulo 5 expõe as conclusões e considerações finais do trabalho, as limitações do estudo e sugestões para trabalhos futuros.

## 2. Revisão Bibliográfica

Neste capítulo será abordada uma revisão relativa aos principais temas a serem abordados no trabalho: produtividade da mão de obra e o serviço de alvenaria de vedação.

### 2.1. Produtividade

A fim de elevar a eficiência dos métodos utilizados no ramo da construção civil, faz-se necessário o conhecimento particular de cada serviço e seus respectivos indicadores. Sabe-se que a competitividade de uma empresa construtora é dependente de bons índices de produtividade.

A gestão dos recursos físicos demandados para produção está em crescente interesse por parte das empresas construtoras, as quais almejam crescimento num mercado cada vez mais competitivo.

Dórea e Souza (1999) afirmam que, ao se tratar de qualidade, competitividade e produtividade, o principal objetivo é a redução dos custos do processo produtivo para aumentar o lucro.

Juntando-se mão de obra e materiais, tem-se uma representatividade quase completa no que se refere aos custos de uma edificação. Souza (1996) afirma que a mão de obra é o “recurso de mais difícil controle”, o que destaca ainda mais a importância de se estudar sua produtividade.

Com o intuito de contribuir com a gestão deste recurso, o estudo da produtividade da mão de obra se torna um mecanismo gerencial muito importante para as empresas construtoras, uma vez que torna viável a medição de sua eficiência (LIBRAIS, 2001). Além disso, possivelmente, o conhecimento da produtividade e dos fatores que a interferem permite uma melhoria dos processos executivos. Póvoas *et al.* (1999) afirmam que essa melhoria dos serviços ocorrem através da racionalização da mão de obra, dos materiais e dos equipamentos ou na estrutura organizacional utilizada.

De acordo com Mattos (2006), cada construtora deve desenvolver suas próprias composições de preço unitário por produção, com o objetivo de refletir a produtividade em campo das próprias equipes. Isso se deve ao fato de que os índices de produtividade de cada empresa possuem valores diferentes, tendo em vista as diferentes características das construtoras.

Dentre os benefícios imagináveis com o estudo da produtividade destacados por Leite (2002), pode-se salientar: previsão da duração total dos serviços, previsão do consumo do recurso mão de obra e otimização dos métodos construtivos.

### 2.1.1. Definição do indicador de produtividade

Quando utilizados, os indicadores de produtividade permitem a comparação entre empresas do mesmo setor na busca pela melhoria da eficiência e verificam a melhoria de desempenho da empresa em determinado setor quanto à meta aspirada pelo setor ou pela própria empresa (LIBRAIS, 2001). Logo, o termo produtividade pode apresentar diversas interpretações, a depender de qual o objetivo pretendido.

De acordo com Moreira (1994), produtividade expressa um melhor aproveitamento de recursos. Portanto, significa uma maior produção com os mesmos recursos ou, de forma alternativa, obter o mesmo produto final com menor volume de recursos. Tal declaração indica uma interdependência entre produtividade e produção. Contudo, deve-se tomar cuidado para não confundir os dois conceitos. Conforme Herera (2009), produção reproduz a capacidade, enquanto produtividade reflete o desempenho.

Para Maeda (2001), produtividade representa a combinação entre eficiência (quão bem os recursos são utilizados na busca dos resultados) e efetividade (quão bem os resultados são alcançados) de um determinado sistema construtivo.

Segundo Souza (2006), a produtividade da mão de obra é uma maneira de avaliar a eficiência dos processos de execução de serviços em obra e pode ser definida como: “considerando que um processo envolve a transformação de entradas em saídas, produtividade seria a eficiência (e, na medida do possível, a eficácia) na transformação de tais entradas em saídas que cumpram os objetivos previstos para tal processo”, como é demonstrado na Figura 1.

Figura 1 – Esquema sobre produtividade



Fonte: Souza (2006)

### 2.1.2. Como medir produtividade

O estudo da produtividade depende diretamente da capacidade de mensurá-la. No que diz respeito à produtividade da mão de obra, esta pode ser medida através do indicador denominado Razão Unitária de Produção (RUP). Este termo foi utilizado por Souza (1996) e expressa a relação entre a quantidade de homens-hora (Hh) necessários e a quantidade de serviço. O indicador em questão (RUP) é calculado através da Equação 1:

$$RUP = Entradas/Saídas \quad (1)$$

Souza (2006) afirma que para que se consiga uma uniformização no cálculo da RUP, devem ser definidas as regras para mensuração tanto de entradas, quanto de saídas. Mais importante, deve ser definido o período de tempo a que se refere o levantamento feito.

Para Souza (2006), o valor de entrada representa o número de homens-hora demandados, que significa, de maneira genérica, a multiplicação do número de homens envolvidos pelo período de tempo de dedicação ao serviço. Quanto às saídas, estas podem ser consideradas de maneira bruta ou líquida.

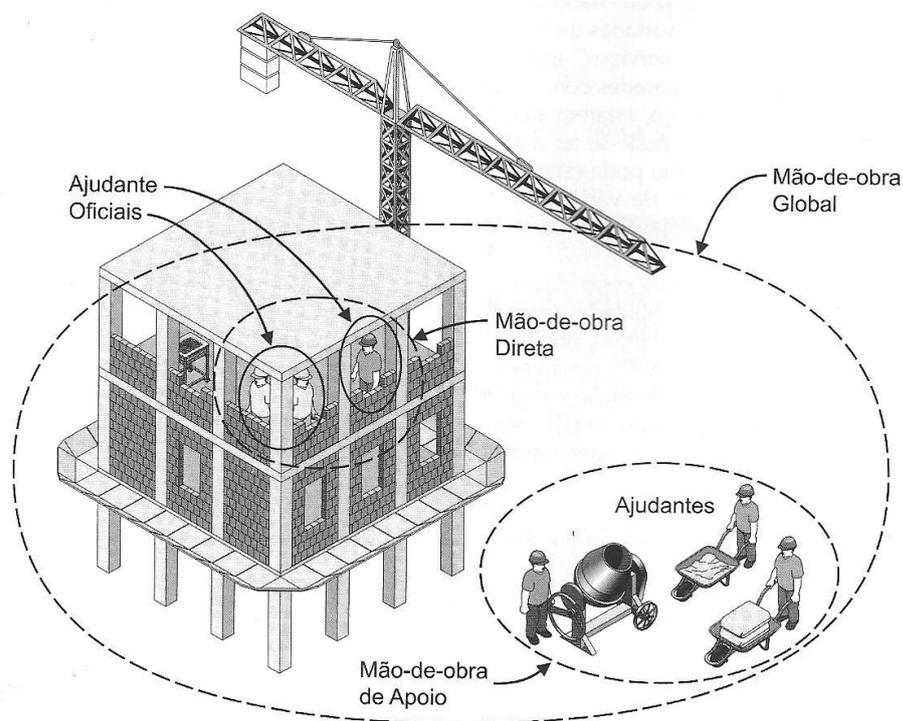
Souza (2006) infere que é necessário padronizar a coleta de dados da mão de obra para se obter os indicadores. Para tanto, o autor definiu que a mão de obra contemplada para a RUP é aquela que efetivamente efetua o serviço. Neste aspecto, são desconsideradas as horas trabalhadas pelos mestres e encarregados, que não compõem efetivamente a equipe.

Para Araújo (2000), as equipes de mão de obra podem ser distintas em dois grupos: equipe de produção direta, que engloba oficiais diretamente envolvidos na execução do serviço e ajudantes diretos; e equipe de produção indireta ou equipe de apoio, que considera colaboradores que atuam de forma mais distante com relação ao grupo direto. Dessa forma, a mão de obra pode ser caracterizada como:

- Oficiais: são considerados exclusivamente os oficiais envolvidos diretamente no serviço;
- Mão de obra direta: acrescentam-se os ajudantes ao primeiro grupo;
- Mão de obra global: a equipe de apoio é adicionada à equipe de mão de obra direta.

A Figura 2 ilustra os diferentes tipos de mão de obra contemplados:

Figura 2 – Classificação da mão de obra



Fonte: Souza (2006)

A partir destas diferentes abrangências é possível se parar os indicadores de produtividade, classificados como:

- $RUP_{\text{oficial}}$  = produtividades dos oficiais;
- $RUP_{\text{direta}}$  = produtividade da mão de obra direta;
- $RUP_{\text{global}}$  = produtividade da mão de obra global.

### 2.1.3. Como medir as horas trabalhadas

São consideradas horas de trabalho somente aquelas em que o operário estava disponível para o trabalho (ARAÚJO, 2000). Sendo assim, é levado em conta o tempo total em que o funcionário está no canteiro de obras e pronto para o trabalho (SOUZA, 2006). Nesse contexto, há duas observações importantes:

- Não são contabilizados apenas os tempos produtivos;
- Horas perdidas por falha de gestão não são desconsideradas.

Neste trabalho foram adotadas as horas trabalhadas como o intervalo de tempo entre o horário de entrada e de saída da obra, descontando-se um valor médio de horário de almoço e outras refeições.

#### 2.1.4. Como medir as quantidades de serviço

Segundo a definição de Souza (2006), a quantidade de serviço (QS) inclusa no cálculo é a quantidade líquida de serviço ao invés da quantidade bruta ou equivalente, o que normalmente é adotado por construtoras para medições realizadas para pagamento de empreiteiros. Dessa maneira, no caso da análise de produtividade da alvenaria, desconsidera-se a área dos vãos de portas e janelas. A forma correta para o levantamento da área de alvenaria executada é exemplificada na Figura 3:

Figura 3 – Área de alvenaria executada



Fonte: Souza (2006)

#### 2.1.5. Períodos de tempo do indicador de produtividade

Para Souza (2006), em se tratando do intervalo de tempo, a produtividade pode ser classificada em:

- RUP diária ( $RUP_d$ ): relativa ao dia de trabalho. As entradas e as saídas são medidas a cada dia útil de serviço, calculando-se a RUP. Serve para mostrar o efeito dos fatores no dia de trabalho;

- RUP cumulativa ( $RUP_{cum}$ ): relativa a um período acumulado. As entradas e as saídas são aquelas acumuladas desde o primeiro dia do estudo até a data final de acompanhamento. Serve para perceber tendências de longo prazo, permitindo suavizar os efeitos causados pelos dias anormais ocorridos durante o período de execução do serviço;
- RUP potencial ( $RUP_{pot}$ ): é obtida com o valor da mediana das RUP diárias inferiores ao valor da RUP acumulada ao final do período de estudo. Representa um valor de RUP diária associado ao bom desempenho, ao mesmo tempo em que se mostra possível, pois se aproxima dos valores de RUP diária detectados;
- RUP cíclica ( $RUP_{cic}$ ): é calculada pela medição das quantidades de entrada e saída de uma atividade que possui um ciclo típico de execução;
- RUP periódica ( $RUP_{per}$ ): é calculada pela medição das quantidades de entrada e saída de um período determinado (semana, mês etc).

Neste presente trabalho são utilizadas a RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial tanto para o cálculo dos dados coletados, quanto para o modelo de previsão.

## **2.2. Modelo dos fatores**

De acordo com Souza (2006), um número único não é capaz de caracterizar a produtividade de um serviço dentro de uma empresa ou do mercado da construção civil. Isso porque há uma grande variação da produtividade dentro das empresas e diversos fatores que a influenciam.

Faletti e Ghisleni (2012) afirmam que nas décadas de 1960 e 1970 diversos autores organizaram conjuntos de fatores que acreditavam afetar os níveis de produtividade, conforme Quadro 1, a seguir.

Quadro 1 – Fatores que afetam os níveis de produtividade

Fatores Gerenciais	Fatores de Trabalho ou Ambiente	Fatores de Projeto	Fatores Relacionados aos Recursos
Métodos construtivos	Temperatura, umidade e eventos climáticos	Tipos, número e relações de dependência entre as operações	Falta de materiais
Turnover das decisões	Absenteísmo	Quantidade e habilidades requeridas da força de trabalho	Treinamento de equipe
Tomada de decisões	Organização do canteiro	Construibilidade (complexidade de execução)	Desperdício
-	Forma de pagamento (mensal/por serviço)	Efeito aprendizagem (continuidade e petição entre as operações)	-
-	Motivação e valorização do trabalho	-	-

Fonte: Adaptado de Cardoso (2010)

Inicialmente, havia uma prioridade na análise individual dos fatores, os quais poderiam interferir na produtividade. Com o passar do tempo, houve uma mudança no foco do estudo e passou-se a estudar os fatores de forma sistêmica.

Segundo Thomas; Smith (1990 *apud* ARAÚJO, 2000), há dois grandes grupos de fatores majoritários que afetam a produtividade da mão de obra. O primeiro está relacionado ao trabalho que precisa ser feito e inclui os componentes físicos do trabalho, especificações exigidas e detalhes de projeto entre outros. São fatores relacionados ao conteúdo do trabalho. O segundo grupo de fatores diz respeito ao ambiente de trabalho e como ele é organizado e gerenciado. Os chamados fatores de contexto do trabalho são caracterizados pelos aspectos gerais, o que inclui também condições atmosféricas, disponibilidade de materiais e equipamentos, sequência de trabalho etc.

Thomas; Yiakoumis (1987) propuseram um método de medição e análise da produtividade da mão de obra voltado exclusivamente para a indústria da construção civil. O modelo aceita que o trabalho executado por uma equipe é influenciado por vários fatores que podem atrapalhar o seu desempenho. Tal método é denominado “Modelo dos Fatores”.

O modelo 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) (OLIVEIRA, 2014). A Figura 4 exemplifica a influência dos fatores no processo de produção.

Figura 4 – Modelo conceitual dos fatores que afetam a produtividade da mão de obra



Fonte: Araújo (2000), adaptado por Thomas; Sakarcın, (1994).

Em sua pesquisa, Araújo (2000) elaborou um método baseado no Modelo dos Fatores para a previsão e controle da produtividade da mão de obra responsável pela execução da alvenaria, limitada à atividade de elevação. O autor considerou diversos fatores potenciais influenciadores da produtividade, sendo eles relacionados ao conteúdo ou ao contexto da atividade de elevação.

Após análises, os fatores constatados como influenciadores da RUP foram os seguintes: peso médio dos blocos, densidade da alvenaria interna, mediana da altura das paredes, número de dias para a conclusão do pavimento e o preenchimento ou não das juntas verticais. Com estes dados em mãos, o autor desenvolveu uma ferramenta que indica a variação de desempenho da RUP potencial de elevação, a depender da presença ou não dos fatores resultantes da pesquisa.

Tal ferramenta é utilizada neste trabalho para o cálculo da previsão da RUP e é apresentada no capítulo 4.

### 2.3. Modelo de estratificação da produtividade

Muitos trabalhos foram feitos no tema produtividade da mão de obra, especialmente entre 1996 e 2006, como os estudos realizados por Araújo (2000) e Librais (2001), os quais abordavam a eficiência nos diversos serviços de obra; tais trabalhos tinham como foco a definição da RUP e seus os fatores influenciadores, como forma de pagamento, falta de materiais, efeito aprendizagem, entre outros. Porém, foi na segunda metade do ano 2000 que surgiu uma nova visão no tema, aliando aos trabalhos anteriores, a questão da qualidade da utilização do tempo durante o dia de trabalho,

através da análise do que está sendo feito em termos de atividades produtivas, improdutivas e auxiliares.

Araújo et al. (2012) ressaltam a necessidade do entendimento das características das atividades efetuadas pelo operário no tempo disponível de trabalho durante a execução dos serviços. Durante um dia de serviço, o profissional pode não estar diretamente envolvido com sua tarefa. Nesse momento, ele realiza atividades complementares e/ou secundárias que não interferem na tarefa. Dessa maneira, todas as horas gastas correspondem a parte do tempo que o colaborador ou a equipe tem para realizar sua tarefa e, portanto, devem ser consideradas, independente do que sejam as atividades.

Os indicadores de produtividade da mão de obra obtidos através do modelo apresentado no item 2.2 representam o valor geral da produtividade relacionado a um dia de trabalho ou ciclo de serviço, independentemente da natureza das atividades desenvolvidas pelos operários. Este indicador fechado indica apenas um valor médio de produtividade, que pode não ser preciso e de difícil interpretação (OLIVEIRA, 2014).

Como alternativa a isso, apresenta-se um modelo de gestão de produtividade da mão de obra com base na sua estratificação por meio da identificação dos esforços dos operários na execução de determinado serviço.

O conceito de “estratificação da produtividade” foi resultado de uma pesquisa realizada por duas universidades entre 2006 e 2007 (Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ e Universidade Estadual do Rio de Janeiro - UERJ), cujo objetivo foi fazer a gestão da produtividade dos canteiros de uma empresa petrolífera brasileira. Buscou-se demonstrar e quantificar as causas da ineficiência do aproveitamento da mão de obra, utilizando-se uma nova maneira de tratar o indicador de produtividade da mão de obra (RUP). Para tanto, estabeleceu-se um monitoramento de fracionamento do tempo disponível para o trabalho, contribuindo para a gestão de prazos em projetos de construção. Nesse ínterim, a mensuração da produtividade é realizada 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 (OLIVEIRA, 2014).

Martins (2013) apresentou os detalhes do modelo de estratificação, o qual é composto por cinco fases distintas, conforme é representado na Figura 5 e detalhado na sequência.

Figura 5 – Fases do modelo de estratificação



Fonte: elaborado pelo autor (2018), adaptado de Martins (2013).

### 2.3.1. Planejamento de avaliação

A fase inicial trata da escolha de todo o âmbito do trabalho analisado. É feita a decisão 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.

### 2.3.2. Avaliação

Segundo Martins (2013), na fase de avaliação ocorre a especificação da maneira a ser executado 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 etapa são levantados os seguintes dados de campo:

- Homens-Hora (Hh);
- Quantidade executada de serviço (QS) durante o período estabelecido para a medição;
- Conteúdo de trabalho (quantitativo), que engloba os materiais e os processos de trabalho usados;
- Contexto do trabalho, que engloba todas as condições de trabalho vigentes, tais como o clima, as ferramentas usadas, as condições do local de trabalho, entre outros;
- Registro de ocorrências inesperadas (anormalidades).

O modelo foi elaborado com o propósito de poder ser aplicado em qualquer tipo de serviço e em vários tipos de obra. A definição dos dados de entrada e dos dados de

saída deve ser feita de maneira minuciosa para que os resultados obtidos sejam eficientes e confiáveis.

Araújo; Sampaio (2012) afirmam que a coleta de dados é feita respeitando-se 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.

Martins (2013) afirma que esta ferramenta de trabalho foi desenvolvida com embasamento nas seguintes diretrizes:

- Respeitar o primeiro nível de ocupação (ID1), composto por 7 classes de atividades que são a base para qualquer procedimento produtivo que seja monitorado;
- Decompor o ID1 em outros níveis de atividade (ID2, ID3, IDn) com o objetivo de identificar as atividades mais específicas desenvolvidas pelos trabalhadores;
- A segunda classe de atividade (ID2) sofre um detalhamento relativamente à primeira, adquirindo características particulares da atividade executada;
- Facilitar o entendimento das sequências de atividades de um dia de trabalho, servindo como ferramenta de comunicação.

A primeira classe de atividades se refere às atividades mais gerais e é composta por:

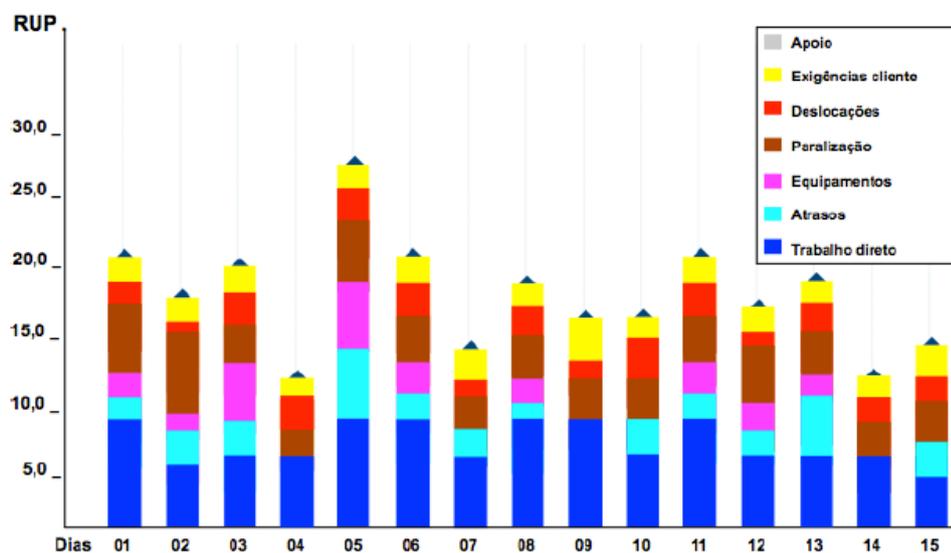
- Apoio – Qualquer atividade que sirva de apoio à atividade principal;
- Exigências do cliente – Atividade de controle de conformidade exigida pelo contratante aos trabalhadores;
- Deslocamentos – Tempo dispendido em deslocamentos;
- Paralisação – Período de espera pela preparação do local de trabalho, equipamentos, materiais, tarefas precedentes, entre outros;
- Equipamentos – Período de tempo dispendido na mobilização de materiais ou equipamentos;
- Atrasos – Atrasos de qualquer natureza;
- Trabalho direto – Todos os esforços feitos pelos operários no sentido de executar a tarefa para a qual foram designados.

De acordo com Oliveira (2014), o detalhamento da estrutura analítica de ocupações segue 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 a troca mais eficiente de informações entre o canteiro de obras e sua gerência.

### 2.3.3. Processamento dos dados

Oliveira (2014) afirma que para um processamento de dados adequado, é necessário e extremamente importante que se tenha um indicador de abrangência universal para efetuar a análise da produtividade e que seja passível de entendimento de todos os envolvidos com o modelo de estratificação. Além disso, deve possibilitar a criação de gráficos para facilitar posterior análise. Um exemplo da representação gráfica da produtividade diária com réguas de produtividade em uma obra em função da uma classe de atividades dentro de um serviço pode ser visto na Figura 6.

Figura 6 – Exemplo da representação gráfica do modelo de estratificação



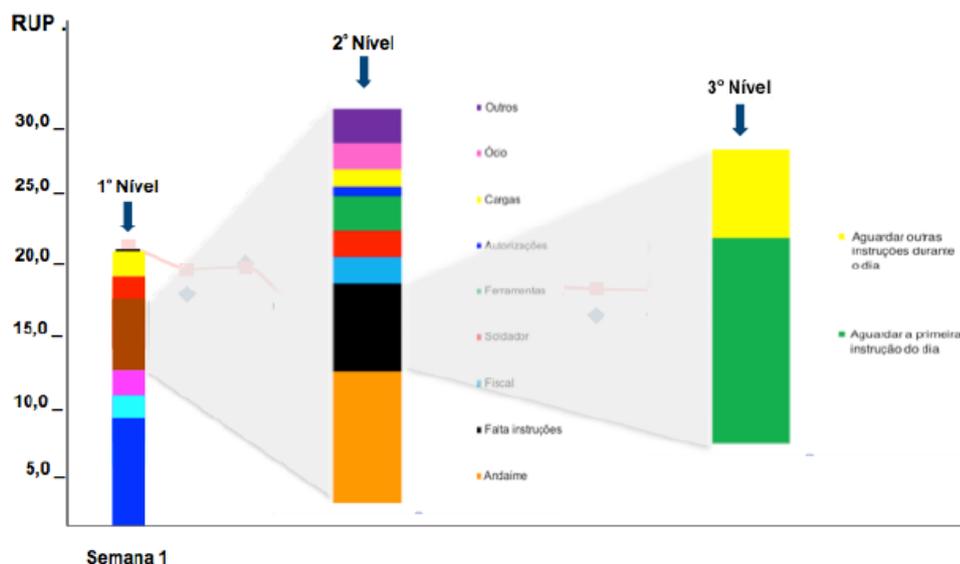
Fonte: Carvalho et al. (2011)

Após a confecção da régua de produtividade pertinente à primeira classe (ID1), são incorporadas as réguas de produtividade, de forma que seja possível uma análise mais precisa da equipe e do tempo de execução do trabalho, resultando em uma

evolução cumulativa dos dados para uma ideia da evolução dos indicadores de produtividade ao longo do estudo (OLIVEIRA, 2014).

Finalmente, as disposições gráficas da segunda (ID2) e da terceira (ID3) classe de atividades analisadas devem ser introduzidas e estratificadas uma em função da outra para um determinado tempo de estudo, tal como é mostrado graficamente na Figura 7.

Figura 7 – Exemplo da disposição gráfica do nível da classe de ocupação



Fonte: Carvalho et al. (2011)

#### 2.3.4. Análise dos resultados

Esta fase do modelo corresponde à análise dos dados processados e tomada de medidas mitigadoras, com o propósito de se melhorar a eficiência na execução do serviço estudado.

#### 2.3.5. Comunicação dos resultados e ações

Na quinta fase, ocorre a demonstração dos resultados, assim como das ações que devem ser adotadas, buscando melhorias na produtividade.

### 2.4. Execução da alvenaria

Para Sabbatini (1984), alvenaria pode ser definida como “um componente complexo, utilizado na construção civil e conformado em obra, constituído por tijolos ou blocos unidos entre si por juntas de argamassa, formando um conjunto rígido e

coeso”. Segundo a TCPO (PINI, 2013), as paredes de alvenaria fazem o papel da vedação vertical nas edificações, podendo também desempenhar papel estrutural.

No Brasil, as edificações mais populares são aquelas construídas seguindo as técnicas do sistema de alvenaria. Ademais, pode-se dizer que as paredes de alvenaria mais utilizadas são as constituintes do processo construtivo tradicional (alvenaria de vedação), em que a alvenaria é acompanhada da estrutura de concreto armado reticulada, a qual exerce a função de resistir e redistribuir esforços. A Figura 8 apresenta um exemplo de construção de um edifício utilizando alvenaria de vedação em blocos cerâmicos.

Figura 8- Construção de edifício utilizando alvenaria de vedação em blocos cerâmicos



Fonte: do autor

Araújo (2000) apresenta uma breve descrição das etapas que constituem o serviço de alvenaria de vedação. Tais etapas, genericamente, são:

1. Execução do chapisco sobre a estrutura de concreto que ficará em contato com a alvenaria;
2. Identificação do ponto mais alto da laje, que será tomado como nível de referência para definir a cota da primeira fiada;
3. Definir a posição planimétrica das paredes a partir dos eixos principais, garantindo o esquadro entre as paredes e as dimensões dos ambientes;
4. Assentamento dos blocos da fiada de marcação;

5. Galgas as fiadas na face dos pilares para a fixação dos ferros-cabelo;
6. Provisão de blocos e argamassa no andar em que se está executando o serviço;
7. Assentamento das fiadas, tendo-se por procedimento geral o de assentar os blocos das extremidades para, na sequência, usando uma linha de náilon como referência de alinhamento e nivelamento, assentar os blocos intermediários;
8. Execução de vergas e contra-vergas quando previstas;
9. Execução da fixação (normalmente executada bastante tempo depois do assentamento das fiadas).

De acordo com Costa e Franco (1996), há técnicas construtivas utilizadas pelas empresas de construção civil que apresentam um custo elevado e conferem um desempenho insatisfatório nas edificações. No serviço de execução da alvenaria de vedação não é diferente e o caminho para a solução dos resultados insatisfatórios é a racionalização.

#### *2.4.1. Alvenaria de vedação tradicional*

O processo tradicional de execução da alvenaria de vedação ainda é muito utilizado pelas construtoras. O sistema permite realizar alterações e cortes na alvenaria, empregando técnicas inapropriadas para a execução do serviço. Primeiramente são assentadas as alvenarias e, em seguida, são feitos cortes em blocos para a passagem de instalações. Na sequência, são realizados remendos com argamassa para o preenchimento dos vazios gerados. Nesse método de execução é muito comum perceber incompatibilizações na obra, como cruzamento de instalações, por exemplo.

A seguir, são apresentados alguns benefícios da alvenaria de vedação tradicional, de acordo com Sabbatini (2001 *apud* RODRIGUES, 2013):

- Boa relação custo-benefício em relação aos outros materiais para vedação existentes;
- Material econômico, considerando-se os investimentos iniciais e de manutenção;
- Boa durabilidade;
- Bom desempenho térmico;
- Boa estanqueidade à água;

- Excelente resistência ao fogo;
- Indeformabilidade;
- Facilidade de composição de formas;
- Grande aceitação pelo usuário.

Contudo, Rodrigues (2013) ressalta também as desvantagens do processo:

- Elemento de vedação rudimentar;
- Soluções construtivas improvisadas durante a execução dos serviços;
- Retrabalho: os blocos são assentados, as paredes rasgadas para a passagem de instalações e embutimento de caixas e, após, são feitos remendos com a utilização de argamassa;
- Desperdício de materiais: há quebra de tijolos no transporte e na execução e com o uso de marretas para seccionar as paredes;
- Falta de controle na execução: os problemas na execução são percebidos apenas por ocasião da conferência de prumo do revestimento externo, o que acarreta em grandes consumos de argamassa e modificação das ações permanentes atuantes na estrutura.

Tomazetti *et al.* (2005) descrevem as etapas na execução da alvenaria convencional:

- Marcação da alvenaria através da locação e assentamento da primeira fiada: a espessura da primeira camada de argamassa normalmente é mais espessa do que 1 cm, pois tende a corrigir os desníveis da superfície em que é assentada a primeira fiada. Deve ser feita uma conferência de prumo, nível e alinhamento a cada bloco assentado;
- Elevação das demais fiadas da alvenaria: utiliza-se um escantilhão para marcar a altura das fiadas e inicia-se a elevação pelos cantos das paredes. Para se fazer a amarração entre a alvenaria e os pilares, fixa-se telas metálicas a cada três fiadas. Na parte central da parede, o assentamento deve ser feito com o auxílio de uma linha-guia. Nesta etapa também ocorre a execução de vergas e contra-vergas, sendo elas feitas com blocos canaletas ou pré-moldadas;
- Fixação da parede com a estrutura. Há mais de uma maneira de ser executada: encunhamento com tijolos convencionais assentados de forma

inclinada; preenchimento com argamassa expansiva. O encunhamento deve ser efetuado após a conclusão de toda a estrutura, a fim de se evitar possíveis cargas não previstas;

- Execução das instalações embutidas na parede. A alvenaria é seccionada para a passagem das tubulações. Posteriormente, os vazios criados são preenchidos com argamassa.

A Figura 9 apresenta um caso de alvenaria de vedação tradicional.

Figura 9 – Exemplo de alvenaria convencional



Fonte: Silva *et al* (2006)

#### 2.4.2. Alvenaria de vedação racionalizada

A racionalização ou a implantação de novas tecnologias no processo construtivo das empresas construtoras faz com que estas melhorem seus produtos e serviços e também reduzam seus custos. Nesse contexto entra o conceito de alvenaria de vedação racionalizada.

Os fundamentos da alvenaria racionalizada consistem na tomada de decisões em relação à execução do serviço ainda na fase de elaboração do projeto. Dessa maneira, a criação da alvenaria racionalizada tem o objetivo de apresentar um melhor planejamento

durante a fase de elaboração e detecção de conflitos dos projetos (SABBATINI, 1998).

Em uma comparação com o sistema convencional, Silva *et al.* (2006) destacam os seguintes fatores positivos do sistema de alvenaria racionalizada:

- Qualidade superior dos blocos cerâmicos, conferindo menos quebras no transporte e na execução;
- A presença de furos na vertical possibilita a passagens de instalações, sem necessidade de se seccionar a alvenaria;
- Menos desorganização e sujeira no canteiro;
- Melhor qualidade final do produto.

Moretti (2016) ressalta que o sistema exige maior atenção nos seguintes quesitos:

- Deve haver um projeto de modulação dos blocos, considerando-se a compatibilização com os demais subsistemas;
- A mão de obra deve ser bem treinada e qualificada para que a execução da alvenaria ocorra de acordo com o projeto de modulação;
- Uma mão de obra despreparada pode interferir diretamente na produtividade inicialmente;
- O custo de aquisição dos blocos é mais elevado se comparado aos tijolos convencionais.

Quanto à execução dos serviços, a alvenaria racionalizada apresenta praticamente os mesmos passos construtivos que o sistema convencional. Contudo, o processo se diferencia pela presença de um projeto de modulação. Conforme Franco (1998 *apud* MORETTI, 2016), o desenvolvimento de um projeto de produção é indispensável para a racionalização e apresenta os seguintes objetivos:

- Auxiliar no controle da produção;
- Deixar mais eficiente a relação entre planejamento, projeto e produção;
- Detalhar os aspectos técnicos como materiais e técnicas construtivas;
- Desempenhar papel de guia para o planejamento da execução da alvenaria e dos outros subsistemas relacionados;
- Atuar na coordenação de projeto.

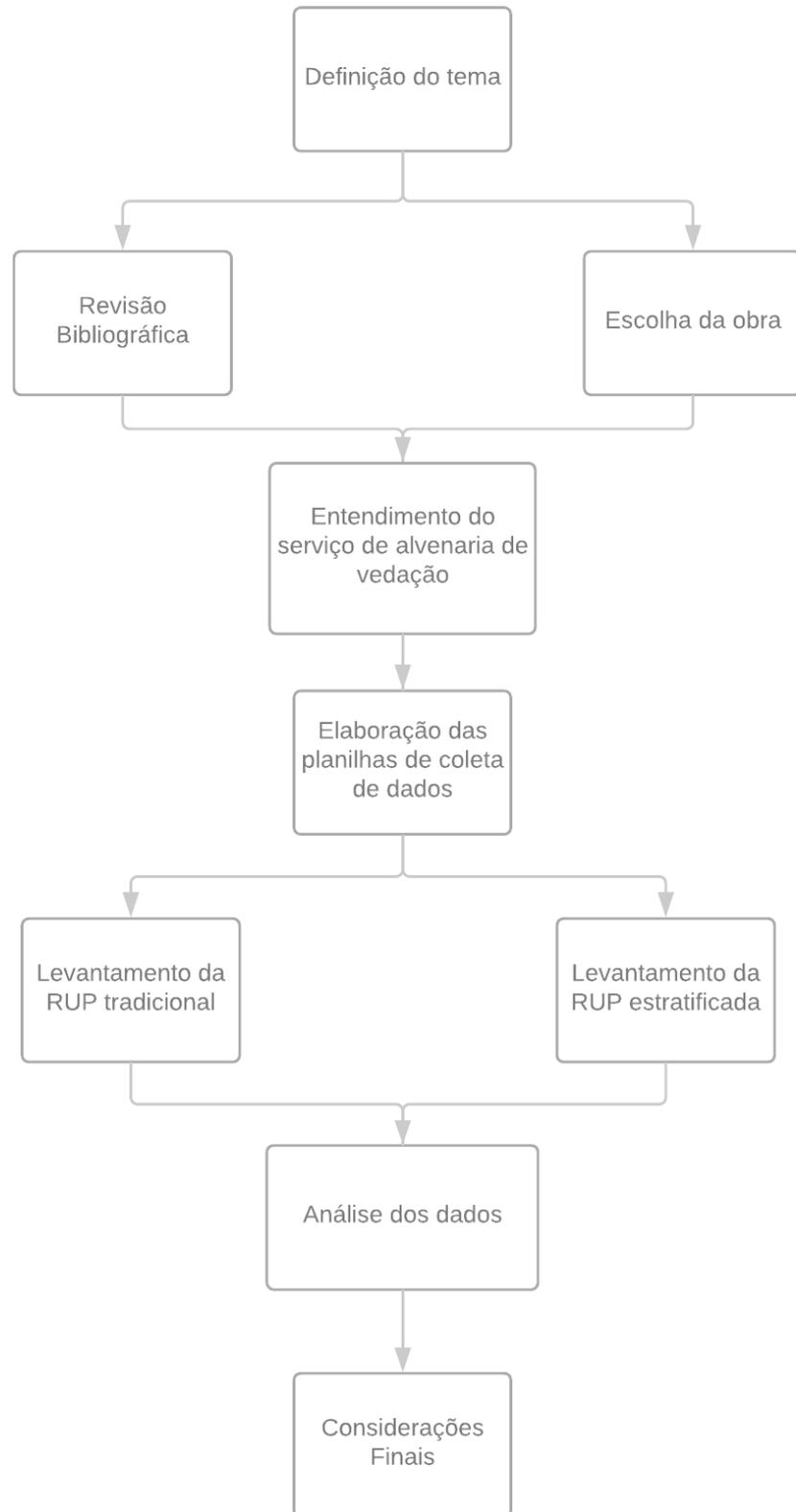
### **3. Método de pesquisa**

Este capítulo tem como objetivo descrever o método utilizado no trabalho. São detalhados aqui a estratégia de desenvolvimento e o balizamento da pesquisa. Neste trabalho, foi aplicado um estudo de caso. Segundo Yin (2015), o estudo de caso pode ter sua definição como uma investigação prática de um evento atual dentro de seu contexto da vida real, principalmente quando os limites entre evento e contexto não estão totalmente definidos.

#### **3.1. Sequência da pesquisa**

O início da pesquisa se deu com o desenvolvimento de uma revisão bibliográfica, a fim de se obter conhecimento teórico sobre os conceitos de produtividade e servir como base para a elaboração da pesquisa. O passo subsequente foi a escolha e entendimento da obra. A partir daí, pôde-se fazer a coleta de dados do empreendimento, para, assim, serem realizadas análise da produtividade obtida. A sequência lógica das etapas da pesquisa é apresentada no fluxograma da Figura 10.

Figura 10 – Etapas da pesquisa



Fonte: do autor

### 3.1.1. Revisão bibliográfica

Esta etapa foi feita com base em publicações sobre o tema. Foram feitas leituras de artigos, livros, teses e dissertações relacionados à produtividade e ao serviço de alvenaria de vedação. O intuito foi obter conhecimento teórico e prático, a fim de direcionar o estudo no decorrer do trabalho.

### 3.1.2. Apresentação da empresa

A construtora responsável pela obra deste estudo foi criada no município de São José e atua em diferentes serviços. São eles: construção de edifícios, incluindo residenciais, comerciais e de usos específicos; incorporação de empreendimentos imobiliários aplicada à edificações residenciais ou comerciais, bem como a conjuntos; e serviços de pintura de edifícios em geral, oferecidos primordialmente à construtoras e empreiteiras, mas também na contratação de reformas e manutenções de edificações antigas. Com o intuito de preservar a sua identidade, será chamada de Empresa X.

### 3.1.3. Descrição da obra

A obra consiste em um edifício residencial de médio padrão, construído em um terreno com 425 m<sup>2</sup>. A edificação é composta por uma única torre, a qual é constituída por dois pavimentos de subsolo (garagens), um pavimento térreo e oito pavimentos tipo de 217,75 m<sup>2</sup>. Há três apartamentos por pavimento, num total de 24 apartamentos. A área total construída é de 2.736,54 m<sup>2</sup>. De acordo com o projeto de arquitetura, há dois apartamentos com a mesma distribuição de áreas e são compostos por dois quartos, cozinha, sala de estar, varanda, churrasqueira, um banheiro e área de serviço. O terceiro apartamento é mais amplo e apresenta um *closet* e uma suíte.

A obra teve início em agosto de 2017 e a previsão de término é em julho de 2020. A obra é ladeada por duas casas e um prédio. O acesso é possível somente pela parte frontal da edificação, via Rua Célio Veiga.

A estrutura é de concreto armado reticulada, com lajes treliçadas, as vedações são preenchidas em alvenaria de vedação de bloco cerâmico tradicional, nos revestimentos internos e externos será usada argamassa estabilizada e aplicada manualmente, sem necessidade de produção em obra.

O estudo teve início em setembro de 2018, época em que a obra se encontrava na fase de vedações do 4º pavimento tipo. A Figura 11 demonstra o estágio da obra no

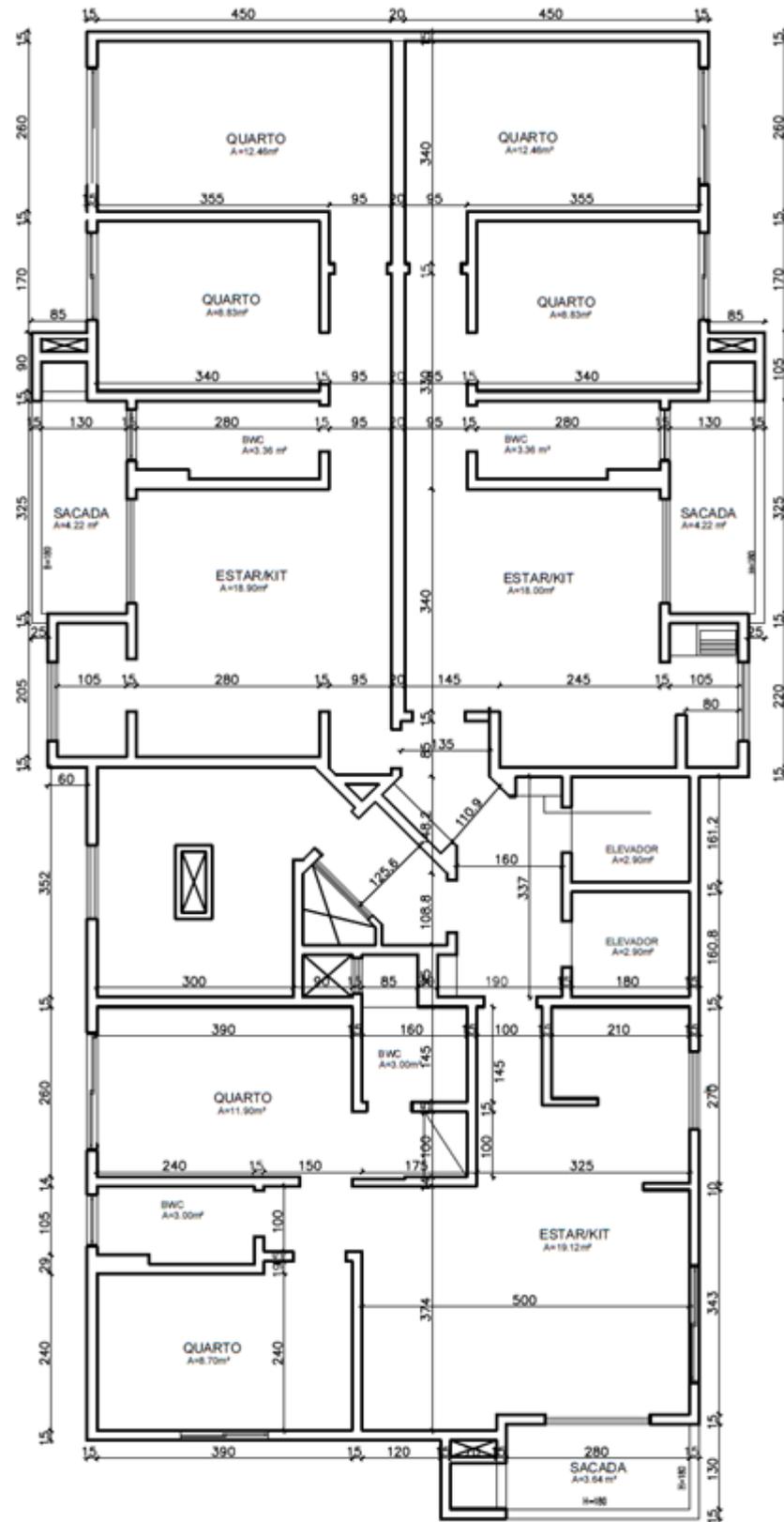
momento em que o estudo foi iniciado. Na Figura 12 consta uma planta reduzida do projeto arquitetônico do pavimento tipo.

Figura 11 – Estágio da obra no início do estudo



Fonte: do autor

Figura 12 – Planta baixa do pavimento tipo



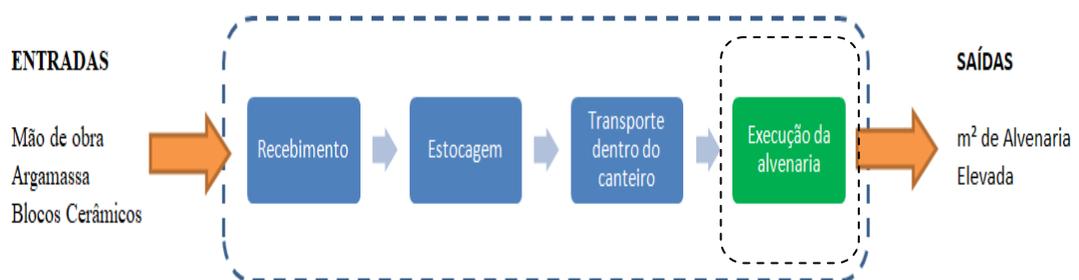
### 3.1.4. Entendimento do serviço de alvenaria de vedação

Nas primeiras visitas à obra, foi verificado o processo de execução do serviço de alvenaria de vedação. O primeiro passo do processo era a execução da marcação, a qual, normalmente, era feita com o posicionamento dos tijolos dos cantos. Em algumas situações, o oficial responsável pela marcação executava toda a primeira fiada de blocos. Não havia um projeto de execução, portanto este serviço era feito com a utilização apenas dos projetos arquitetônicos.

Em seguida, obtiveram-se informações a respeito da argamassa utilizada e do recebimento, estocagem e transporte dos materiais. Além disso, foi indagado aos oficiais responsáveis pela elevação das paredes quais eram as áreas destinadas a cada um deles. Como no pavimento tipo havia dois apartamentos idênticos, a divisão entre os oficiais era facilitada. Um dos oficiais executava a parte leste do pavimento, enquanto o outro era responsável pela parte oeste. O terceiro oficial, que será chamado de Pedreiro 3 neste trabalho, era responsável pela execução das sacadas e churrasqueiras. Dessa forma, este oficial executava paredes de dificuldades maiores em relação às paredes elevadas pelos outros dois oficiais.

A Figura 13 ilustra o passo a passo do processo de execução da alvenaria de vedação, com destaque para o serviço de elevação, avaliado neste trabalho.

Figura 13 – Entendimento do processo de execução



### 3.1.5. Descrição do método de coleta de dados em obra

Os materiais utilizados para medir, observar, questionar e visualizar os temas que seriam abordados ao longo do trabalho foram desenvolvidos após a complementação da revisão bibliográfica.

O serviço analisado nessa pesquisa foi o de elevação de alvenaria de vedação. Diante disso, os documentos utilizados para a medição da eficiência na sua execução foram:

1. Registro de dados de fatores que influenciam a produtividade durante todos os dias de levantamento.
2. Cópias reduzidas de plantas baixas do pavimento tipo para levantamento de dados de quantidades de serviço executadas diariamente.

A medição da quantidade de serviço *in loco* foi feita com a utilização de uma trena.

A metodologia proposta para análise crítica se baseia nos princípios do Modelo dos Fatores, assumindo que, a cada dia, a produtividade no serviço de alvenaria pode variar em função de fatores inerentes à obra (localização, organização do canteiro, formação da equipe etc.), de fatores inerentes ao serviço (tipo de componente, características de projeto etc.) e fatores eventuais que ocorrem sem previsão, mas que afetam significativamente o dia de trabalho (são as chamadas anormalidades) (FALETTI e GHISLENI, 2012).

O levantamento foi iniciado após uma identificação inicial da equipe, determinando-se o número de pedreiros e serventes atuando no serviço de alvenaria de vedação.

Para o cálculo dos dados de produtividade real na execução da elevação de alvenaria de vedação, foram consideradas apenas as áreas líquidas de alvenaria executadas pelas equipes diretas responsáveis por esta atividade. A Tabela 1 representa a planilha utilizada, a qual inclui a RUP diária obtida em cada dia observado e os fatores influenciadores observados em campo que afetaram a produtividade.

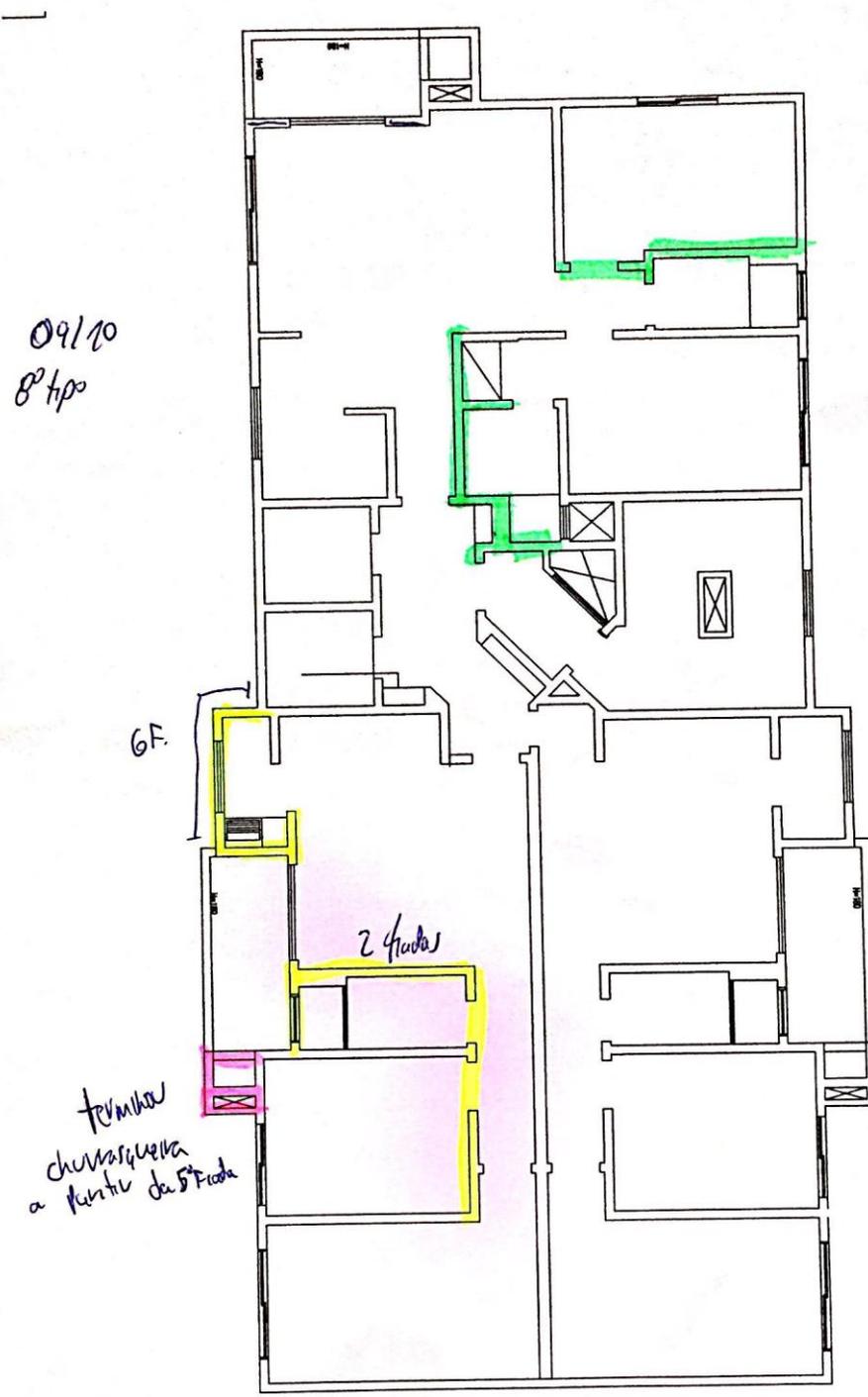
Tabela 1 – Levantamento da RUP

ALVENARIA DE VEDAÇÃO					
Data	Funcionário	Horas Totais	Área líquida de Paredes Elevadas (m <sup>2</sup> )	RUP Diária (Hh/m <sup>2</sup> )	Fatores influenciadores no valor da produtividade diária

Fonte: do autor

Todos os dias eram registrados quais os funcionários responsáveis pela execução, suas respectivas funções, quantidade de horas trabalhadas e qual alvenaria estava sendo executada. As visitas eram feitas no fim do expediente, ou no início do expediente do dia seguinte. A identificação da alvenaria elevada era feita com o auxílio da planta reduzida do projeto arquitetônico e marcadores coloridos que diferenciavam as áreas executadas por cada oficial, conforme Figura 14.

Figura 14 – Planta baixa do pavimento tipo com coleta de dados



Com a identificação realizada, era feito o processo de medição com a trena, seguido da anotação dos dados e registro fotográfico. A primeira fiada era descontada, uma vez que fazia parte da marcação.

Ao mesmo tempo, era de grande importância fazer um questionamento rápido aos funcionários a respeito das anormalidades ou ocorrências que se apresentaram ao longo do dia de trabalho. Alguns exemplos eram chuva excessiva, falta de blocos cerâmicos, falta de argamassa na obra, problemas pessoais e redução de horário de produção.

### *3.1.6. Tratamento e análise crítica dos dados*

Nesta etapa, os dados coletados em obra foram organizados e inseridos em uma planilha feita no programa Microsoft Excel. A partir daí, foram gerados os índices de produtividade, os quais foram avaliados e analisados.

### *3.1.7. Considerações finais*

Com os resultados obtidos, foram elaboradas considerações finais a respeito do tema estudado. Com base na análise crítica dos dados coletados, foi possível perceber alguns fatores influenciadores, tais como organização do canteiro e método de execução do serviço.

## **3.2. Levantamento da produtividade estratificada**

Além da RUP tradicionalmente utilizada nas análises de produtividade de trabalhos acadêmicos, procurou-se levantar também a produtividade estratificada. Os passos deste processo são descritos a seguir.

### *3.2.1. Método de coleta e processamento*

Esta etapa apresenta o método de coleta e processamento de dados sobre produtividade da mão de obra na execução do serviço de alvenaria, considerando divisão de categorias de ocupação dos trabalhadores.

### *3.2.2. Estruturação das categorias de ocupação das atividades*

O Modelo de Estratificação apresentado no item 2.3 define que, durante a execução de um serviço, há diferentes atividades que podem ser realizadas pela mão de obra durante um dia normal de trabalho. Tais atividades podem ser classificadas dentro de uma estrutura analítica de ocupações. Esta é composta por categorias gerais, as quais são caracterizadas por outro conjunto de atividades mais específicas. Isso garante um melhor acompanhamento da produtividade do serviço.

Dessa maneira, há um detalhamento das atividades relacionadas a um serviço, possibilitando uma mais fácil identificação e potencial aumento da eficiência na execução do trabalho. Neste trabalho, foi adotada a mesma estrutura analítica de ocupações de atividades proposta por Araújo; Sampaio (2012) no que se refere ao primeiro nível. Para o segundo nível, as atividades foram adaptadas para o serviço de execução da alvenaria.

Com isso, obteve-se uma árvore hierárquica de classes de atividades, começando pelas mais gerais, até chegar às mais específicas, de acordo com a proposta de monitoramento produtivo das horas disponíveis de trabalho em função da execução da quantidade de serviço.

Portanto, fica estabelecido um processo de análise com o intuito de 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 dos Fatores.

O Quadro 2 apresenta a árvore hierárquica de categorias de ocupação das atividades para o serviço em questão.

Quadro 2 – Categoria de ocupação e suas respectivas subcategorias: execução da alvenaria de vedação

Classe de Categorias		Subcategorias das classes de categorias	
		ID2	
(ID1)	Sigla	Atividade	Sigla
Trabalho direto	TD	Marcação	TDM
		Elevação	TDE
		Fixação	TDF
Atrasos	AT	Tempo excedente de pausa	AEP
		Trabalhador esperando para entrar em ação	AEA
		Sem frente de serviço	AFS
		Falta de tijolos	AFT
		Falta de argamassa	AFA
Mobilização	MO	Materiais	MOM
		Equipamentos	MOE
Paralisações	PA	Aguardando montagem de suporte	PMS
		Aguardando organização do espaço	POE
		Sem motivo aparente	PSM
		Descanso	PAD
		Vícios	PAV
		Lanche fora do horário	PLF
		Aguardando material	PAM
Deslocamentos	DE	Deslocamentos variados dentro do canteiro	DVC
Apoio	AP	Ajuste da viscosidade da argamassa	AVA
		Limpeza do espaço	ALE
		Limpeza de ferramentas	ALF
		Preparação do espaço de trabalho	APE
		Montagem de andaimes	AMA
		Organização da disposição dos tijolos	AOM
Exigências do cliente	EC	-	-

Fonte: do autor

Como demonstrado nesta tabela, as atividades de ocupação, no seu nível principal (ID1), compõe uma estrutura analítica composta por 7 (sete) categorias de ocupação das atividades referentes ao serviço analisado:

- Trabalho direto (TD);
- Atrasos (AT);

- Mobilização (MO);
- Paralisações (PA);
- Deslocamentos (DE);
- Apoio (AP);
- Exigências cliente (EC);

Para cada categoria de atividades, foram estabelecidas subcategorias, dentro de um nível de identificação (ID2). No Quadro 3, são descritas as atividades relacionadas ao segundo nível.

Quadro 3 - Identificação das categorias e subcategorias da ocupação das atividades

Categoria Principal (ID1)	Subcategoria	Função/descrição
	Sigla (ID2)	
TD	TDM	Serviço de marcação das paredes
	TDE	Serviço de elevação da alvenaria
	TDF	Serviço de fixação
AT	AEP	Tempo maior de almoço ou de pausa pela manhã ou tarde.
	AEA	Trabalhador toma um tempo excessivo para iniciar o trabalho
	AFS	Marcação impossibilitada de ser executada por bloqueios na superfície. No caso da elevação, a falta de frente de serviço é originada pelo atraso na marcação.
	AFT	Atraso por falta de tijolos em obra
	AFA	Atraso por falta de argamassa de assentamento em obra
MO	MOM	Movimentação geral de material entre pavimentos ou num mesmo andar, entre ambientes.
	MOE	Movimentação geral de equipamentos entre pavimentos ou num mesmo andar, entre ambientes.

Fonte: do autor

Quadro 3 – Identificação das categorias e subcategorias da ocupação das atividades -  
continuação

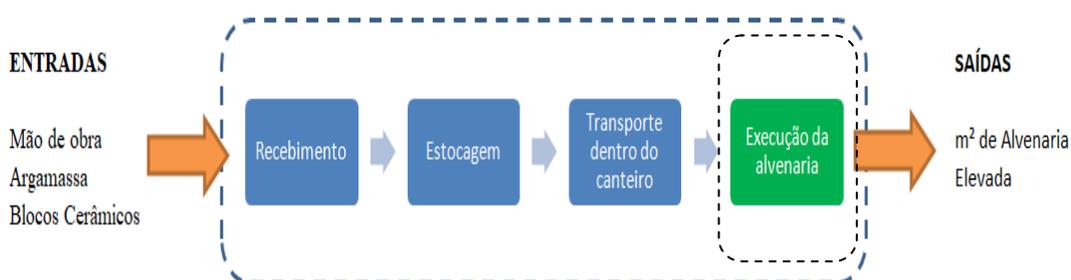
Categoria Principal (ID1)	Subcategoria	Função/descrição
	Sigla (ID2)	
PA	PMS	Tempo aguardando a montagem de andaimes
	POE	Tempo aguardando a retirada de materiais e equipamentos desnecessários, assim como preparação dos equipamentos, materiais e espaço necessários para a execução do serviço
	PSM	Está ligado ao profissional ficar parado, sem realizar nenhuma atividade específica relacionada ao serviço.
	PAD	Quando o profissional paralisa o serviço por fadiga. Normalmente ocorre após a conclusão da elevação de uma parede inteira, próximo do horário de alimentação ou final de expediente do dia de trabalho.
	PAV	Necessidades fisiológicas, uso de aparelho móvel de telefonia, uso de cigarro e troca de vestuário no início e fim da jornada de trabalho.
	PLF	Lanche fora do horário previsto do almoço ou intervalos no período disponível de trabalho.
	PAM	Aguardando reposição de argamassa ou blocos cerâmicos nas proximidades da parede em execução
DE	DVC	Deslocamentos variados dentro do canteiro.
AP	AVA	Adição de água ou necessidade de misturar a argamassa para alcançar viscosidade ideal.
	ALE	Retirada dos resíduos maiores com pás de juntar e posteriormente com vassouras.
	ALF	Limpeza e organização das ferramentas de utilização e manuseio para o serviço de execução da alvenaria (colher de pedreiro, jericas, baldes, pá de juntar) como também as ferramentas de limpeza (vassoura e enxada).
	APE	Tempo dedicado à retirada de materiais e equipamentos desnecessários, assim como preparação dos equipamentos, materiais e espaço necessários para a execução do serviço.
	AMA	Montagem de andaimes para elevação das partes mais altas das paredes.
EC	AOM	Organização dos tijolos e da argamassa nas proximidades da parede a ser levantada, para acelerar o procedimento.
	-	

Fonte: do autor

### 3.2.3. Procedimento para coleta de dados

A coleta de dados em campo foi realizada com o entendimento do que ocorria dentro do canteiro de obras, como mostra a Figura 15. Assim, foram consideradas as entradas (mão de obra, argamassa estabilizada e blocos cerâmicos) e as saídas (quantidade de m<sup>2</sup> de alvenaria elevada). Em verde está destacado o serviço que é foco do presente trabalho.

Figura 15 – Fluxograma do processo de execução



Fonte: do autor

#### 3.2.3.1. Entradas

Os dados de entrada para homem-hora (Hh) foram obtidos a cada dia de visita em obra. Eram anotados o início e o término de cada atividade desenvolvida pelos integrantes da equipe de execução, de acordo com a categoria ID2, apresentada no Quadro 2.

Assim, realizou-se uma observação contínua e direta do tempo, a cada minuto, das atividades exercidas pelos integrantes da equipe de execução, dentro do tempo disponível de trabalho. Tais atividades eram classificadas de acordo com o Quadro 3.

Vale ressaltar que a coleta de dados deste trabalho difere em relação ao Modelo de Estratificação no que diz respeito à forma de acompanhamento das atividades desenvolvidas pelas equipes de trabalho. O Modelo prevê o acompanhamento por frequência de observações em intervalo de tempo pré-definido, enquanto neste trabalho se optou pelo acompanhamento integral dos operários das equipes ao longo do dia de trabalho.

Para a coleta de dados, foi utilizada a planilha apresentada na Figura 16.

Figura 16 – Dinâmica do preenchimento diário da mão de obra

PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DAS ATIVIDADES POR CATEGORIAS DE OCUPAÇÃO								
Empresa: Empresa X								
Obra: 1								
Tipologia: Estrutura de concreto armado e blocos cerâmicos de vedação								
Pavimento: 8º tipo								
Apartamento: 801								
Serviço: Alvenaria de vedação						Data: 03/10/2018		
Oficial: Jailson			Oficial: Adair			Oficial: Marcos		
Período		Atividade	Período		Atividade	Período		Atividade
Início	Término		Início	Término		Início	Término	
07:00	07:20	AEA	07:00	08:00	TDE	07:00	07:35	PSM
07:20	08:20	TDE	08:00	08:05	PAV	07:35	07:43	AOM

Fonte: do autor

### 3.2.3.2. Saídas

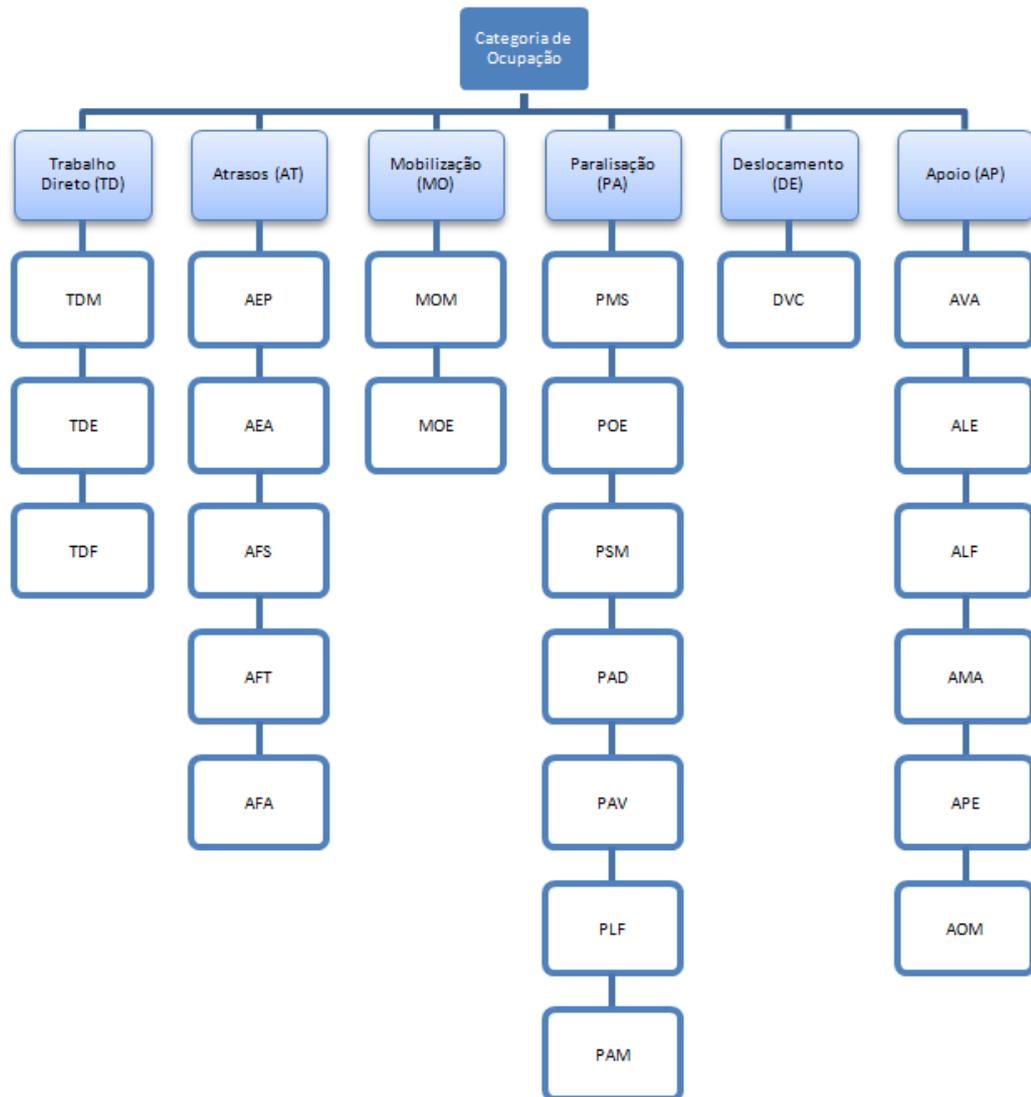
A quantidade de serviço (QS) foi medida de acordo com o que foi executado pela mão de obra nos dias de coleta de dados em campo, quantificada em metro quadrado (m<sup>2</sup>). Foram consideradas as áreas líquidas elevadas, descontando-se vãos livres.

### 3.2.4. Processamento dos dados

O processamento dos dados teve início com o preenchimento da planilha elaborada para as categorias de ocupação das atividades (Apêndice A), como ilustra a Figura 16. O esforço (Hh) foi associado a cada subcategoria da atividade do nível ID2 de acordo com as siglas correspondentes, apresentadas no Quadro 2 e a quantidade de serviço (QS) executada em cada dia de trabalho.

Com os dados em mãos, seguiu-se para o cálculo das RUPs (Diária, Cumulativa e Potencial) por categorias e subcategorias das atividades, de acordo com a árvore hierárquica elaborada (Figura 17).

Figura 17 - Hierarquia da estrutura analítica das categorias e subcategorias



Fonte: do autor

Dessa forma, foram obtidos os indicadores de produtividade estratificada (RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial), considerando os níveis ID1 (categorias principais) e ID2 (subcategorias). Na Figura 18 há uma ilustração das equações para o cálculo da RUP no nível ID1.

Figura 18 – RUPs estratificadas: nível ID1

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

Fonte: Oliveira (2014)

Diante da apresentação do método de coleta e processamento dos dados propostas neste capítulo, deu-se início à análise dos dados levantados em obra.

## **4. Apresentação e análise dos dados**

Neste capítulo são apresentados e analisados os dados levantados em campo, de acordo com os métodos apresentados anteriormente. São apresentados os resultados referentes à análise de produtividade de cada oficial. Ao final, os resultados são comparados com os de manuais orçamentários.

Foram coletados 24 dias úteis de serviço de assentamento de alvenaria.

### **4.1. Caracterização da mão de obra**

A equipe envolvida na execução do serviço de alvenaria era composta por:

- Três pedreiros;
- Dois serventes;

Um dos pedreiros era encarregado pela marcação de todas as paredes, além de assentar os tijolos da sacada e da churrasqueira. Contudo, como será apresentado posteriormente, essas não eram as únicas funções deste colaborador. Ele será chamado neste trabalho de “Pedreiro 3”. Os outros dois pedreiros tinham função exclusivamente de assentar os tijolos e serão chamados de “Pedreiro 1” e “Pedreiro 2”. Todo o espaço e materiais eram preparados para eles por um dos dois serventes, que será chamado de “Servente 1”. O segundo servente fazia o transporte da argamassa e dos tijolos até o local onde estavam sendo levantadas as paredes. Limpeza do local, montagem de andaime e cuidados com as ferramentas também eram funções do Servente 1. Dessa forma, os pedreiros tinham dedicação total para o assentamento.

A jornada de trabalho era de 9 horas por dia de segunda a quinta-feira, e de 8 horas na sexta-feira. Com os descontos dos intervalos para café da manhã e café da tarde, as jornadas eram de 8,5 horas nos quatro primeiros dias da semana e de 7,5 horas na sexta-feira.

### **4.2. Levantamento de produtividade**

Para o acompanhamento da produtividade de elevação da alvenaria de vedação da obra estudada, foram coletados dados da execução do serviço durante 24 dias. Acompanhou-se a execução da alvenaria de vedação de cinco pavimentos tipo.

A produtividade foi medida a partir do indicador de produtividade RUP (razão Unitária de Produção), que faz uma relação entre a quantidade de homens-hora

disponível e a quantidade de serviços realizados. Cada dado diário corresponde à apropriação da produtividade obtida durante o dia por cada oficial designado ao serviço de alvenaria. A seguir, são descritas as principais características deste serviço nesta obra.

#### 4.2.1. Alvenaria

A alvenaria de vedação foi executada com blocos cerâmicos com face 19x19 cm e espessura de 11,5 cm. Os blocos cerâmicos eram entregues em paletes, descarregados com a utilização de caminhão munck para içamento do material e colocação na laje do pavimento térreo. Não era feita a compra de meio bloco cerâmico, portanto, quando havia a necessidade, os blocos eram cortados com a colher de pedreiro. Nessas situações, ficava evidente a perda de tempo e o desperdício de material. O procedimento de entrega dos tijolos é ilustrado na Figura 19:

Figura 19 – Sistema de entrega de blocos cerâmicos com paletes.



Fonte: do autor

A partir do pavimento térreo, os paletes eram transportados com paleteira até o elevador cremalheira, para, em seguida, serem descarregados no andar em que se

encontravam os pedreiros responsáveis pelo levantamento da alvenaria. Este procedimento é representado na Figura 20:

Figura 20 – Transporte dos blocos cerâmicos na obra



Fonte: do autor

A argamassa utilizada era a argamassa estabilizada, produzida em usina, transportada para a obra e armazenada em recipientes no subsolo. A utilização desse produto fez com que fosse possível diminuir o número de serventes em obra, reduzisse a quantidade de sujeira no canteiro e diminuísse a preocupação com compra de materiais. Havia dois tipos de argamassa: uma com o tempo de aplicação de 36 horas e outra de 72 horas. A segunda opção era encomendada para entrega nas sextas-feiras, pois não enrijecia durante o final de semana. O transporte da argamassa era feito em jericas, também passando pelo elevador, chegando ao pavimento de utilização.

Antes do levantamento da alvenaria, era feita uma limpeza da base (laje ou viga de concreto armado), seguida de lavagem e escovação da superfície de concreto. A marcação do alinhamento era feita apenas com a locação dos tijolos dos cantos, como mostrado na Figura 21. Para o levantamento, os pedreiros utilizavam uma linha para manter a altura fixa em cada fiada.

Figura 21 – Exemplo de marcação



Fonte: do autor

A fixação empregada é o chapisco com argamassa colante, com utilização de uma desempenadeira dentada, como pode ser visto na Figura 22.

Figura 22 – Exemplo de fixação



Fonte: do autor

#### 4.2.2. Ferramentas e equipamentos

A argamassa era armazenada em caixas para argamassa estabilizada (Figura 23) e transportadas em jericas (Figura 24) para ser disposta no piso do pavimento em execução. Na produção da alvenaria, foi utilizada colher de pedreiro, a qual era usada inclusive para quebrar os blocos cerâmicos quando necessário. Para o transporte vertical dos blocos cerâmicos e da argamassa, é utilizado elevador de carga/passageiros. Para o transporte horizontal, utilizou-se paleteiras, como já foi mostrado anteriormente (Figura 20).

Figura 23 – Armazenamento da argamassa estabilizada



Fonte: do autor

Figura 24 – Uso de jericas para transporte de argamassa



Fonte: do autor

#### *4.2.3. Recursos humanos*

A produção da alvenaria envolve uma equipe direta composta por dois pedreiros e um auxiliar. Este auxiliar não realiza o assentamento dos blocos, mas também não fica ocioso, pois realiza muitas atividades de transporte de material. Além destes, há um terceiro pedreiro fazendo serviços de elevação de paredes específicas (sacada e churrasqueira), de execução de vergas e contravergas e de marcação. A equipe de apoio no térreo, encarregada apenas por transporte da argamassa e dos tijolos para os pavimentos, é composta por um servente, o qual é o responsável pelo elevador. O mestre de obras está sempre presente, porém não fiscaliza a execução da alvenaria.

#### *4.2.4. Organização da produção*

A mão de obra responsável pela elevação da alvenaria é subcontratada e a forma de pagamento dos oficiais é por produção, realizada quinzenalmente. A produção dos oficiais do serviço de alvenaria passou pelo entendimento apenas da tarefa de elevação. Há dois oficiais subcontratados, os quais são encarregados de elevar a alvenaria. E um terceiro oficial, não encaixado no sistema de subcontratação, sendo este contratado pelo regime CLT, é responsável pela execução das vergas e contravergas, das marcações,

além de também ser responsável pela elevação da alvenaria nas sacadas e na churrasqueira. A tarefa de marcação não foi estudada, uma vez que não havia dados suficientes de tempo dedicado a esse serviço. A fixação, terceira tarefa que complementa o serviço de alvenaria, também não foi estudada, visto que é executada alguns dias após o término de toda a elevação, o que inviabilizou o levantamento de dados. Neste documento, serão apresentadas apenas análises para a tarefa de elevação.

Com relação ao gerenciamento e disponibilidade de materiais, foram verificados problemas apenas em relação à falta de material na obra. Como consequência disso, houve baixa na produtividade e consequente aumento do valor da RUP diária. O transporte vertical, composto por um único elevador, se apresentou suficiente para a demanda de material nos pavimentos onde estavam sendo executados os serviços.

#### 4.2.5. Previsão da produtividade pelo método desenvolvido por Araújo (2000)

Os índices de produtividade que seriam encontrados na obra em estudo foram previstos pelo método desenvolvido por Araújo (2000), o qual leva em consideração os fatores que influenciam a produtividade da mão de obra.

A listagem dos fatores consideráveis para a estimativa da RUP de elevação na obra é apresentada no Quadro 4. Para a estimativa da RUP potencial direta, utilizou-se a Tabela 2, sugerido por Araújo (2000), que leva em consideração os fatores listados no Quadro 4.

Quadro 4 - Levantamento dos fatores para a obra em estudo

<b>Fator</b>	<b>Valor encontrado</b>
Duração da execução de um pavimento (dias)	5
Densidade (m <sup>2</sup> de alvenaria interna/m <sup>2</sup> piso pavimento)	0,82
Peso dos blocos (kg)	2,5
Mediana da altura das paredes (m)	2,35
Preenchimento das juntas verticais	Não

Fonte: do autor

Tabela 2 – Intervalo de valores para a previsão da RUP potencial direta de elevação

RUP potencial de elevação Hh/m <sup>2</sup>	Peso médio dos blocos	Preenchimento das juntas verticais	Densidade de alvenaria interna	Mediana da altura das paredes	Dias para a conclusão da alvenaria de 1 pavimento
	≤ 6 Kg	≤ 10% das paredes	0,7 m <sup>2</sup> ≤ d ≤ 1,1 m <sup>2</sup>	Entre 2,5 m e 2,9 m	≤ 18 dias
≤ 0,75	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende
0,75 a 0,90	Atende	Atende 1 a 3 fatores			
	Não atende	Atende 2 a 3 fatores			
> 0,90	Não atende	Atende no máximo a 1 fator			

Fonte: Araújo (2000)

Conforme o Quadro 4 e a Tabela 2, o valor estimado da RUP pot<sub>dir</sub> de elevação deverá ficar entre 0,75 e 0,90 Hh/m<sup>2</sup>. Para o cálculo, será utilizado o valor de 0,90 Hh/m<sup>2</sup>, o que representa a situação mais desfavorável.

Para a estimativa da RUP cumulativa de elevação, deve ser somado ao valor estimado da RUP potencial um  $\Delta RUP$  cum (dir). A escolha do valor para este  $\Delta RUP$  ocorre de acordo com a qualidade da gestão do serviço esperada. Para o cálculo, será estimada qualidade mediana. O intervalo de valores indicados para o acréscimo é apresentado no Quadro 5.

Quadro 5 - Variação de valores de  $\Delta RUP$ 

$\Delta RUP$ cum (dir)	Elevação (Hh/m <sup>2</sup> )
Mínimo	0,15
Máximo	0,55
Mediana	0,22

Fonte: Araújo (2000)

Atribuindo-se um valor mediano para  $\Delta RUP$  cum (dir), de 0,22, a produtividade cumulativa direta da elevação prevista, de acordo com Araújo (2000), é caracterizada conforme o Quadro 6:

Quadro 6 - Estimativa de RUP cumulativa de elevação

RUP	Valor (Hh/m <sup>2</sup> )
RUP pot <sub>dir</sub>	0,9
$\Delta RUP$ cum (dir)	0,22
RUP cum (dir)	1,12

Estes valores serão usados para comparação com os valores de RUP obtidos para os oficiais Pedreiro 1 e Pedreiro 2, visto que o Pedreiro 3 executou apenas áreas de parede na sacada e na churrasqueira, além de realizar funções diferentes de elevação da alvenaria. Portanto, a comparação dos dados obtidos com os valores do Quadro 6 fica incoerente.

#### 4.2.6. Produtividade (RUP) Real

Para o cálculo da produtividade real na execução da elevação da alvenaria de vedação, foram consideradas somente as áreas líquidas de alvenaria executada por cada oficial separadamente, considerando-se também as equipes diretas responsáveis por essa atividade. A Tabela 3 apresenta a RUP diária do Pedreiro 1 e do Pedreiro 2, obtida em cada dia observado, além dos fatores influenciadores percebidos em campo e que afetaram a produtividade.

Tabela 3 – Índices de produtividade diária dos pedreiros e da equipe de alvenaria e fatores influenciadores observados

ALVENARIA DE VEDAÇÃO					
Data	Funcionário	Horas	Área líquida de	RUP	Fatores
1º dia		Totais	paredes elevadas (m <sup>2</sup> )	Diária	influenciadores
06/09/2018 Quinta-feira	Pedreiro 1	8,50	18,14	0,47	Argamassa acabou às 14h.
	Servente 1	4,25	18,14	0,23	
	Mão de obra direta 1	12,75	18,14	0,70	
	Pedreiro 2	8,50	20,2	0,42	
	Servente 1	4,25	20,2	0,21	
	Mão de obra direta 2	12,75	20,2	0,63	
	Mão de obra direta total	25,5	38,34	0,67	
10/09/2018 Segunda-feira	Pedreiro 1	8,50	14,075	0,60	Argamassa chegou às 13h.
	Servente 1	4,25	14,075	0,30	
	Mão de obra direta 1	12,75	14,075	0,91	
	Pedreiro 2	8,50	8,85	0,96	Argamassa chegou às 13h.
	Servente 1	4,25	8,85	0,48	
	Mão de obra direta 2	12,75	8,85	1,44	Executou áreas com muitos
	Mão de obra direta total	25,5	22,925	1,11	

Data	Funcionário	Horas Totais	Área líquida de paredes elevadas (m <sup>2</sup> )	RUP Diária	Fatores influenciadores
3º dia					
11/09/2018 Terça-feira	Pedreiro 1	8,50	20,6	0,41	Executou áreas com muitos cantos
	Servente 1	4,25	20,6	0,21	
	Mão de obra direta 1	12,75	20,6	0,62	
	Pedreiro 2	8,50	28,794	0,30	
	Servente 1	4,25	28,794	0,15	
	Mão de obra direta 2	12,75	28,794	0,44	
	Mão de obra direta total	25,5	49,394	0,52	

Data	Funcionário	Horas Totais	Área líquida de paredes elevadas (m <sup>2</sup> )	RUP Diária	Fatores influenciadores
4º dia					
12/09/2018 Quarta-feira	Pedreiro 1	8,50	24,72	0,34	Executou parede com tijolos deitados.
	Servente 1	4,25	24,72	0,17	
	Mão de obra direta 1	12,75	24,72	0,52	
	Pedreiro 2	8,50	22,97	0,37	Executou parede com tijolos deitados.
	Servente 1	4,25	22,97	0,19	
	Mão de obra direta 2	12,75	22,97	0,56	
	Mão de obra direta total	25,5	47,69	0,53	

Data	Funcionário	Horas Totais	Área líquida de paredes elevadas (m <sup>2</sup> )	RUP Diária	Fatores influenciadores
5º dia					
13/09/2018 Quinta-feira	Pedreiro 1	8,50	18,16	0,47	Chegou 20 minutos atrasado de manhã.
	Servente 1	4,25	18,16	0,23	
	Mão de obra direta 1	12,75	18,16	0,70	
	Pedreiro 2	8,50	17,35	0,49	
	Servente 1	4,25	17,35	0,24	
	Mão de obra direta 2	12,75	17,35	0,73	
	Mão de obra direta total	25,5	35,51	0,72	

Data	Funcionário	Horas Totais	Área líquida de paredes elevadas (m <sup>2</sup> )	RUP Diária	Fatores influenciadores
6º dia					
14/09/2018 Sexta-feira	Pedreiro 1	7,50	20,14	0,37	
	Servente 1	4,25	20,14	0,21	
	Mão de obra direta 1	11,75	20,14	0,58	
	Pedreiro 2	7,50	27,64	0,27	
	Servente 1	4,25	27,64	0,15	
	Mão de obra direta 2	11,75	27,64	0,43	
	Mão de obra direta total	23,5	47,78	0,49	

Data	Funcionário	Horas	Área líquida de paredes elevadas (m <sup>2</sup> )	RUP Diária	Fatores influenciadores
7º dia		Totais			
<b>17/09/2018</b> <b>Segunda-feira</b>	Pedreiro 1	8,50	23,21	0,37	
	Servente 1	4,25	23,21	0,18	
	Mão de obra direta 1	12,75	23,21	0,55	
	Pedreiro 2	8,50	17,97	0,47	Executou áreas com muitos cantos
	Servente 1	4,25	17,97	0,24	
	Mão de obra direta 2	12,75	17,97	0,71	
	Mão de obra direta total	25,5	41,18	0,62	

Data	Funcionário	Horas	Área líquida de paredes elevadas (m <sup>2</sup> )	RUP Diária	Fatores influenciadores
8º dia		Totais			
<b>18/09/2018</b> <b>Terça-feira</b>	Pedreiro 1	4,00	11,04	0,36	Só trabalhou na parte da tarde.
	Servente 1	2	11,04	0,18	
	Mão de obra direta 1	6	11,04	0,54	
	Pedreiro 2	8,50	35,37	0,24	
	Servente 1	6,5	35,37	0,18	
	Mão de obra direta 2	15	35,37	0,42	
	Mão de obra direta total	21	46,41	0,45	

Data	Funcionário	Horas	Área líquida de paredes elevadas (m <sup>2</sup> )	RUP Diária	Fatores influenciadores
9º dia		Totais			
<b>19/09/2018</b> <b>Quarta-feira</b>	Pedreiro 1	8,50	20,58	0,41	
	Servente 1	4,25	20,58	0,21	
	Mão de obra direta 1	12,75	20,58	0,62	
	Pedreiro 2	8,50	24,8	0,34	Executou áreas que normalmente são executadas
	Servente 1	4,25	24,8	0,17	
	Mão de obra direta 2	12,75	24,8	0,51	
	Mão de obra direta total	25,5	45,38	0,56	

Data	Funcionário	Horas	Área líquida de paredes elevadas (m <sup>2</sup> )	RUP Diária	Fatores influenciadores
10º dia		Totais			
<b>20/09/2018</b> <b>Quinta-feira</b>	Pedreiro 1	8,50	27,95	0,30	
	Servente 1	4,25	27,95	0,15	
	Mão de obra direta 1	12,75	27,95	0,46	
	Pedreiro 2	8,50	33,84	0,25	
	Servente 1	4,25	33,84	0,13	
	Mão de obra direta 2	12,75	33,84	0,38	
	Mão de obra direta total	25,5	61,79	0,41	

Data	Funcionário	Horas	Área líquida de	RUP	Fatores
11º dia		Totais	paredes elevadas (m²)	Diária	influenciadores
<b>21/09/2018</b> <b>Sexta-feira</b>	Pedreiro 1	7,50	32,59	0,23	
	Servente 1	4,25	32,59	0,13	
	Mão de obra direta 1	11,75	32,59	0,36	
	Pedreiro 2	7,50	23,96	0,31	
	Servente 1	4,25	23,96	0,18	
	Mão de obra direta 2	11,75	23,96	0,49	
	Mão de obra direta total	23,5	56,55	0,42	

Data	Funcionário	Horas	Área líquida de	RUP	Fatores
12º dia		Totais	paredes elevadas (m²)	Diária	influenciadores
<b>24/09/2018</b> <b>Segunda-feira</b>	Pedreiro 1	8,50	28,12	0,30	
	Servente 1	4,25	28,12	0,15	
	Mão de obra direta 1	12,75	28,12	0,45	
	Pedreiro 2	8,50	25,16	0,34	
	Servente 1	4,25	25,16	0,17	
	Mão de obra direta 2	12,75	25,16	0,51	
	Mão de obra direta total	25,5	53,28	0,48	

Data	Funcionário	Horas	Área líquida de	RUP	Fatores
13º dia		Totais	paredes elevadas (m²)	Diária	influenciadores
<b>25/09/2018</b> <b>Terça-feira</b>	Pedreiro 1	8,50	22,39	0,38	Executou áreas com muitos cantos
	Servente 1	4,25	22,39	0,19	
	Mão de obra direta 1	12,75	22,39	0,57	
	Pedreiro 2	8,50	28,6	0,30	
	Servente 1	4,25	28,6	0,15	
	Mão de obra direta 2	12,75	28,6	0,45	
	Mão de obra direta total	25,5	50,99	0,50	

Data	Funcionário	Horas	Área líquida de	RUP	Fatores
14º dia		Totais	paredes elevadas (m²)	Diária	influenciadores
<b>26/09/2018</b> <b>Quarta-feira</b>	Pedreiro 1	8,50	20,03	0,42	
	Servente 1	4,25	20,03	0,21	
	Mão de obra direta 1	12,75	20,03	0,64	
	Pedreiro 2	8,50	32,91	0,26	
	Servente 1	4,25	32,91	0,13	
	Mão de obra direta 2	12,75	32,91	0,39	
	Mão de obra direta total	25,5	52,94	0,48	

Data	Funcionário	Horas Totais	Área líquida de paredes elevadas (m <sup>2</sup> )	RUP Diária	Fatores influenciadores
15º dia					
<b>27/09/2018</b> <b>Quinta-feira</b>	Pedreiro 1	8,50	19,17	0,44	
	Servente 1	4,25	19,17	0,22	
	Mão de obra direta 1	12,75	19,17	0,67	
	Pedreiro 2	8,50	32,4	0,26	
	Servente 1	4,25	32,4	0,13	
	Mão de obra direta 2	12,75	32,4	0,39	
	Mão de obra direta total	25,5	51,57	0,49	

Data	Funcionário	Horas Totais	Área líquida de paredes elevadas (m <sup>2</sup> )	RUP Diária	Fatores influenciadores
16º dia					
<b>28/09/2018</b> <b>Sexta-feira</b>	Pedreiro 1	7,75	18,07	0,43	Executaram diversas paredes, de pequenas dimensões
	Servente 1	4,25	18,07	0,24	
	Mão de obra direta 1	12	18,07	0,66	
	Pedreiro 2	7,75	17,54	0,44	
	Servente 1	4,25	17,54	0,24	
	Mão de obra direta 2	12	17,54	0,68	
	Mão de obra direta total	24	35,61	0,67	

Data	Funcionário	Horas Totais	Área líquida de paredes elevadas (m <sup>2</sup> )	RUP Diária	Fatores influenciadores
17º dia					
<b>01/10/2018</b> <b>Segunda-feira</b>	Pedreiro 1	4,00	11,28	0,35	Só trabalhou na parte da manhã
	Servente 1	2	11,28	0,18	
	Mão de obra direta 1	6	11,28	0,53	
	Pedreiro 2	8,50	33,96	0,25	
	Servente 1	6,5	33,96	0,19	
	Mão de obra direta 2	15	33,96	0,44	
	Mão de obra direta total	21	45,24	0,46	

Data	Funcionário	Horas Totais	Área líquida de paredes elevadas (m <sup>2</sup> )	RUP Diária	Fatores influenciadores
18º dia					
<b>02/10/2018</b> <b>Terça-feira</b>	Pedreiro 1	8,50	23,17	0,37	
	Servente 1	4,25	23,17	0,18	
	Mão de obra direta 1	12,75	23,17	0,55	
	Pedreiro 2	8,50	26,42	0,32	Executou áreas que normalmente são executadas
	Servente 1	4,25	26,42	0,16	
	Mão de obra direta 2	12,75	26,42	0,48	
	Mão de obra direta total	25,5	49,59	0,51	

Data	Funcionário	Horas	Área líquida de	RUP	Fatores
19º dia		Totais	paredes elevadas (m²)	Diária	influenciadores
<b>03/10/2018</b> <b>Quarta-feira</b>	Pedreiro 1	8,50	20,76	0,41	Vento muito forte atrapalhou a execução do serviço
	Servente 1	4,25	20,76	0,20	
	Mão de obra direta 1	12,75	20,76	0,61	
	Pedreiro 2	8,50	31,16	0,27	
	Servente 1	4,25	31,16	0,14	
	Mão de obra direta 2	12,75	31,16	0,41	
	Mão de obra direta total	25,5	51,92	0,49	

Data	Funcionário	Horas	Área líquida de	RUP	Fatores
20º dia		Totais	paredes elevadas (m²)	Diária	influenciadores
<b>04/10/2018</b> <b>Quinta-feira</b>	Pedreiro 1	8,50	15,88	0,54	
	Servente 1	4,25	15,88	0,27	
	Mão de obra direta 1	12,75	15,88	0,80	
	Pedreiro 2	8,50	35,07	0,24	
	Servente 1	4,25	35,07	0,12	
	Mão de obra direta 2	12,75	35,07	0,36	
	Mão de obra direta total	25,5	50,95	0,50	

Data	Funcionário	Horas	Área líquida de	RUP	Fatores
21º dia		Totais	paredes elevadas (m²)	Diária	influenciadores
<b>05/10/2018</b> <b>Sexta-feira</b>	Pedreiro 1	7,50	13,94	0,54	Acabou a argamassa na obra
	Servente 1	4,25	13,94	0,30	
	Mão de obra direta 1	11,75	13,94	0,84	
	Pedreiro 2	7,50	10,53	0,71	
	Servente 1	4,25	10,53	0,40	
	Mão de obra direta 2	11,75	10,53	1,12	
	Mão de obra direta total	23,5	24,47	0,96	

Data	Funcionário	Horas	Área líquida de	RUP	Fatores
22º dia		Totais	paredes elevadas (m²)	Diária	influenciadores
<b>08/10/2018</b> <b>Segunda-feira</b>	Pedreiro 1	8,50	23,4	0,36	
	Servente 1	4,25	23,4	0,18	
	Mão de obra direta 1	12,75	23,4	0,54	
	Pedreiro 2	8,50	31,86	0,27	
	Servente 1	4,25	31,86	0,13	
	Mão de obra direta 2	12,75	31,86	0,40	
	Mão de obra direta total	25,5	55,26	0,46	

Data	Funcionário	Horas	Área líquida de	RUP	Fatores
23º dia		Totais	paredes elevadas (m <sup>2</sup> )	Diária	influenciadores
<b>09/10/2018</b> <b>Terça-feira</b>	Pedreiro 1	8,50	19,77	0,43	
	Servente 1	4,25	19,77	0,21	
	Mão de obra direta 1	12,75	19,77	0,64	
	Pedreiro 2	8,50	25,87	0,33	Executou áreas que normalmente são executadas
	Servente 1	4,25	25,87	0,16	
	Mão de obra direta 2	12,75	25,87	0,49	
	Mão de obra direta total	25,5	45,64	0,56	

Data	Funcionário	Horas	Área líquida de	RUP	Fatores
24º dia		Totais	paredes elevadas (m <sup>2</sup> )	Diária	influenciadores
<b>10/10/2018</b> <b>Quarta-feira</b>	Pedreiro 1	0	0		Ausente
	Servente 1	0	0		
	Mão de obra direta 1	0	0		
	Pedreiro 2	8,50	15,75	0,54	Acabaram os tijolos ainda na parte da manhã
	Servente 1	8,5	15,75	0,54	
	Mão de obra direta 2	17	15,75	1,08	
	Mão de obra direta total	17	15,75	1,08	

Pode-se observar que no oitavo e no décimo sétimo dia de trabalho o Pedreiro 1 esteve disponível para o trabalho apenas 4 horas, devido a problemas pessoais. Nestes momentos, o Servente 1 se dedicava inteiramente a servir ao Pedreiro 2.

A partir destes dados, foram calculadas as RUP diárias, RUP cumulativa e RUP potencial dos Pedreiros 1 e 2, assim como das equipes diretas. Considerou-se uma equipe como um pedreiro e meio dia de trabalho do servente. Estes valores foram comparados com os índices previstos pelo método proposto por Araújo (2000). Na Tabela 4 e Tabela 5, na Figura 25, Figura 26, Figura 27 e Figura 28 são apresentados os resultados.

Tabela 4 – Índices de produtividade reais e previstos – Pedreiro 1

Dia	Quantidade de serviços (m²)		Horas		Horas Acumuladas		RUP diária (Hh/m²)		RUP cumulativa (Hh/m²)		RUP cumulativa prevista	RUP potencial (Hh/m²)		RUP potencial prevista
	Diária	Acumulada	Oficial	Mão-de-obra direta	Oficial	Mão-de-obra direta	Oficial	Mão-de-obra direta	Oficial	Mão-de-obra direta	Mão-de-obra direta	Oficial	Mão-de-obra direta	Mão-de-obra direta
1	18,14	18,14	8,5	12,75	8,5	12,75	0,47	0,70	0,47	0,70				
2	14,08	32,22	8,5	12,75	17	25,5	0,60	0,91	0,53	0,79				
3	20,60	52,82	8,5	12,75	25,5	38,25	0,41	0,62	0,48	0,72				
4	24,72	77,54	8,5	12,75	34	51	0,34	0,52	0,44	0,66				
5	18,16	95,70	8,5	12,75	42,5	63,75	0,47	0,70	0,44	0,67				
6	20,14	115,84	7,5	11,75	50	75,5	0,37	0,58	0,43	0,65				
7	23,21	139,05	8,5	12,75	58,5	88,25	0,37	0,55	0,42	0,63				
8	11,04	150,09	4	6	62,5	94,25	0,36	0,54	0,42	0,63				
9	20,58	170,67	8,5	12,75	71	107	0,41	0,62	0,42	0,63	1,12			0,9
10	27,95	198,62	8,5	12,75	79,5	119,75	0,30	0,46	0,40	0,60	Araújo (2000)			Araújo (2000)
11	32,59	231,21	7,5	11,75	87	131,5	0,23	0,36	0,38	0,57	-			-
12	28,12	259,33	8,5	12,75	95,5	144,25	0,30	0,45	0,37	0,56	0,95	0,36	0,54	0,89
13	22,39	281,72	8,5	12,75	104	157	0,38	0,57	0,37	0,56	Faletti; Ghisleni (2012)			Faletti; Ghisleni (2012)
14	20,03	301,75	8,5	12,75	112,5	169,75	0,42	0,64	0,37	0,56				
15	19,17	320,92	8,5	12,75	121	182,5	0,44	0,67	0,38	0,57				
16	18,07	338,99	7,75	12	128,75	194,5	0,43	0,66	0,38	0,57				
17	11,28	350,27	4	6	132,75	200,5	0,35	0,53	0,38	0,57				
18	23,17	373,44	8,5	12,75	141,25	213,25	0,37	0,55	0,38	0,57				
19	20,76	394,20	8,5	12,75	149,75	226	0,41	0,61	0,38	0,57				
20	15,88	410,08	8,5	12,75	158,25	238,75	0,54	0,80	0,39	0,58				
21	13,94	424,02	7,5	11,75	165,75	250,5	0,54	0,84	0,39	0,59				
22	23,40	447,42	8,5	12,75	174,25	263,25	0,36	0,54	0,39	0,59				
23	19,77	467,19	8,5	12,75	182,75	276	0,43	0,64	0,39	0,59				
24														

Tabela 5 – Índices de produtividade reais e previstos – Pedreiro 2

Dia	Quantidade de serviços (m²)		Horas		Horas Acumuladas		RUP diária (Hh/m²)		RUP cumulativa (Hh/m²)		RUP cumulativa prevista	RUP potencial (Hh/m²)		RUP potencial prevista
	Diária	Acumulada	Oficial	Mão-de-obra direta	Oficial	Mão-de-obra direta	Oficial	Mão-de-obra direta	Oficial	Mão-de-obra direta	Mão-de-obra direta	Oficial	Mão-de-obra direta	Mão-de-obra direta
1	20,2	20,2	8,5	12,75	8,5	12,75	0,42	0,63	0,42	0,63				
2	8,85	29,05	8,5	12,75	17	25,5	0,96	1,44	0,59	0,88				
3	28,794	57,844	8,5	12,75	25,5	38,25	0,30	0,44	0,44	0,66				
4	22,97	80,814	8,5	12,75	34	51	0,37	0,56	0,42	0,63				
5	17,35	98,164	8,5	12,75	42,5	63,75	0,49	0,73	0,43	0,65				
6	27,64	125,804	7,5	11,75	50	75,5	0,27	0,43	0,40	0,60				
7	17,97	143,774	8,5	12,75	58,5	88,25	0,47	0,71	0,41	0,61				
8	35,37	179,144	8,5	15	67	103,25	0,24	0,42	0,37	0,58				
9	24,8	203,944	8,5	12,75	75,5	116	0,34	0,51	0,37	0,57	1,12			0,9
10	33,84	237,784	8,5	12,75	84	128,75	0,25	0,38	0,35	0,54	Araújo (2000)			Araújo (2000)
11	23,96	261,744	7,5	11,75	91,5	140,5	0,31	0,49	0,35	0,54	-			-
12	25,16	286,904	8,5	12,75	100	153,25	0,34	0,51	0,35	0,53	0,95	0,27	0,42	0,89
13	28,6	315,504	8,5	12,75	108,5	166	0,30	0,45	0,34	0,53	Faletti; Ghisleni (2012)			Faletti; Ghisleni (2012)
14	32,91	348,414	8,5	12,75	117	178,75	0,26	0,39	0,34	0,51				
15	32,4	380,814	8,5	12,75	125,5	191,5	0,26	0,39	0,33	0,50				
16	17,54	398,354	7,75	12	133,25	203,5	0,44	0,68	0,33	0,51				
17	33,96	432,314	8,5	12,75	141,75	216,25	0,25	0,38	0,33	0,50				
18	26,42	458,734	8,5	12,75	150,25	229	0,32	0,48	0,33	0,50				
19	31,16	489,894	8,5	12,75	158,75	241,75	0,27	0,41	0,32	0,49				
20	35,07	524,964	8,5	12,75	167,25	254,5	0,24	0,36	0,32	0,48				
21	10,53	535,494	7,5	11,75	174,75	266,25	0,71	1,12	0,33	0,50				
22	31,86	567,354	8,5	12,75	183,25	279	0,27	0,40	0,32	0,49				
23	25,87	593,224	8,5	12,75	191,75	291,75	0,33	0,49	0,32	0,49				
24	15,75	608,974	8,5	17	200,25	308,75	0,54	1,08	0,33	0,51				

Figura 25 – Gráfico dos índices de produtividade reais – Pedreiro 1

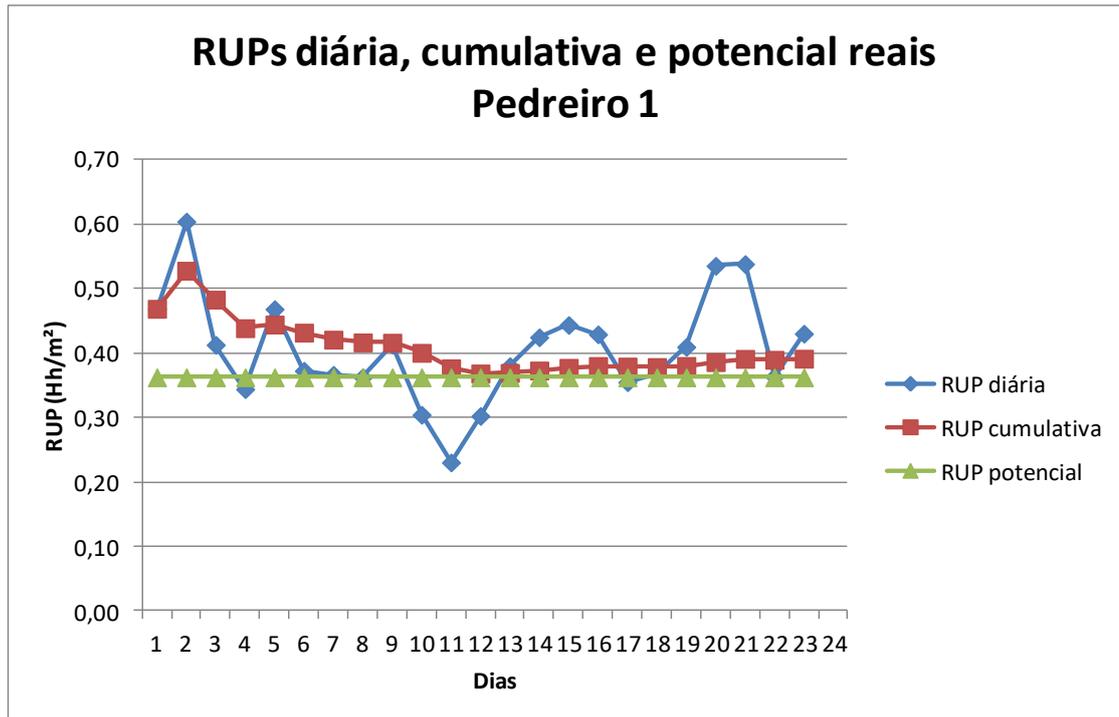


Figura 26 – Gráfico dos índices de produtividade reais – Pedreiro 2

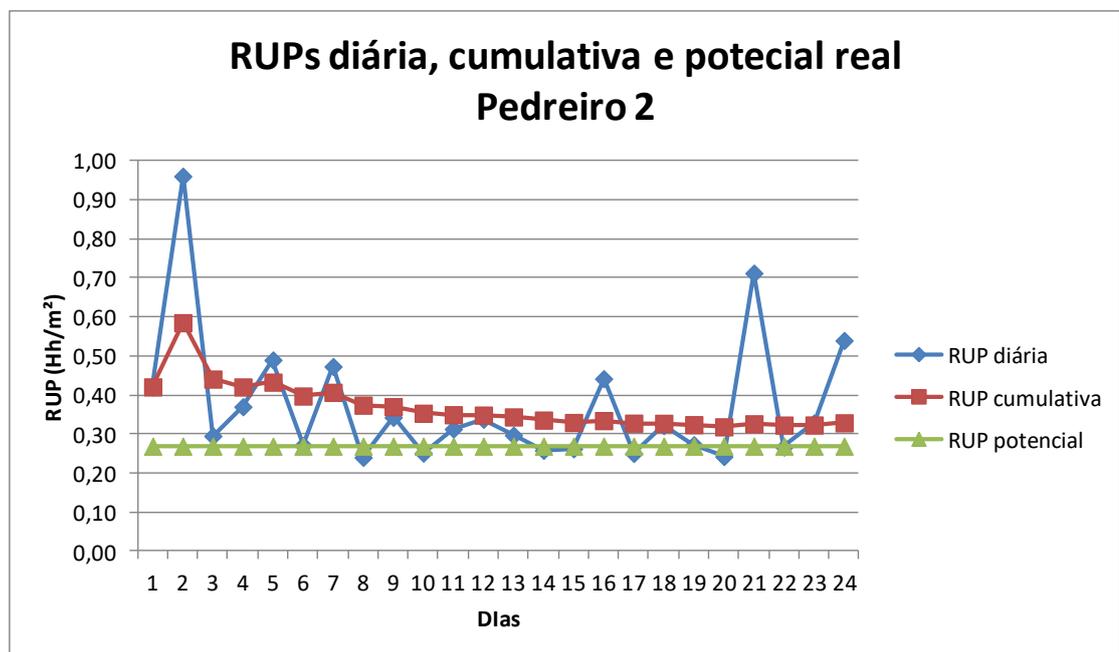


Figura 27 - Gráfico dos índices de produtividade previstos x reais – Pedreiro 1

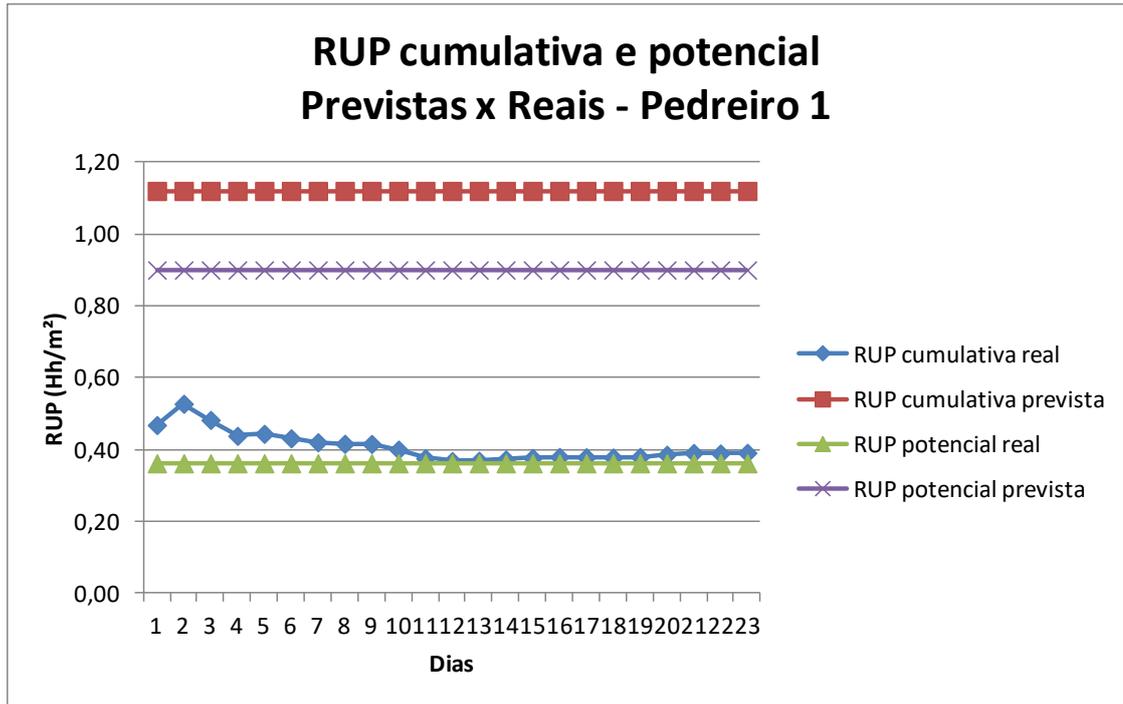
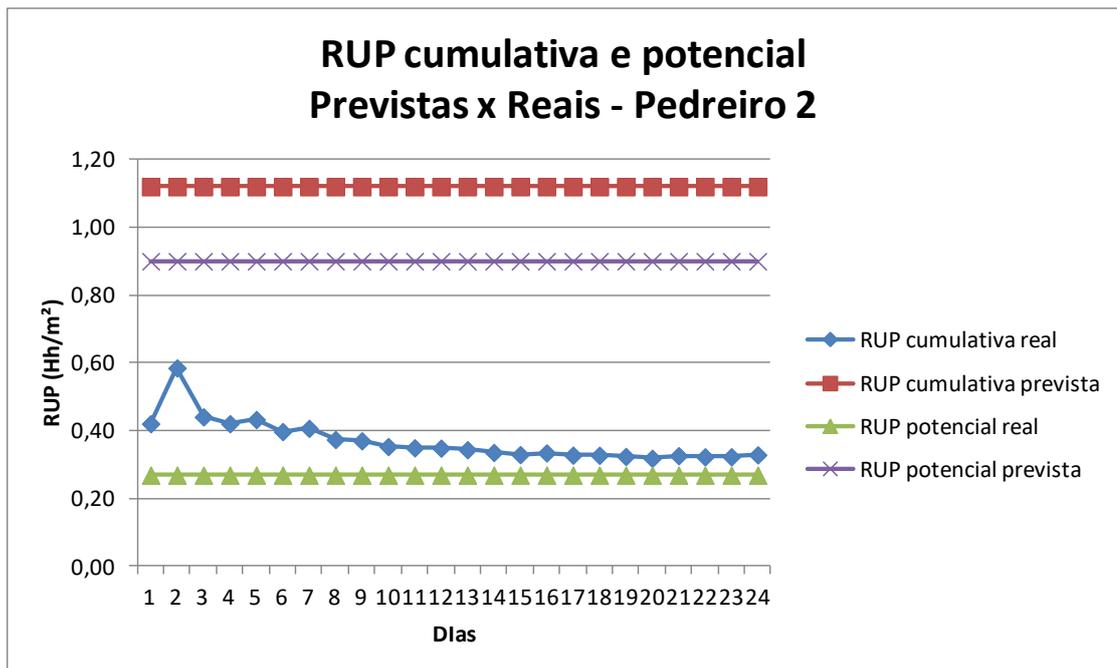


Figura 28 - Gráfico dos índices de produtividade previstos x reais – Pedreiro 2



Na Tabela 6, na Figura 29 e na Figura 30 são apresentados os resultados da equipe direta completa (dois pedreiros e um servente).

Tabela 6 - Índices de produtividade reais e previstos – equipe direta

Dia	Quantidade de serviços (m <sup>2</sup> )		Horas		Horas Acumuladas		RUP diária (Hh/m <sup>2</sup> )		RUP cumulativa (Hh/m <sup>2</sup> )		RUP cumulativa prevista	RUP potencial (Hh/m <sup>2</sup> )		RUP potencial prevista
	Diária	Acumulada	Oficial	Mão-de-obra direta	Oficial	Mão-de-obra direta	Oficial	Mão-de-obra direta	Oficial	Mão-de-obra direta	Mão-de-obra direta	Oficial	Mão-de-obra direta	Mão-de-obra direta
1	38,34	38,34	17	25,5	17	25,5	0,44	0,67	0,44	0,67				
2	22,93	61,27	17	25,5	34	51	0,74	1,11	0,55	0,83				
3	49,39	110,66	17	25,5	51	76,5	0,34	0,52	0,46	0,69				
4	47,69	158,35	17	25,5	68	102	0,36	0,53	0,43	0,64				
5	35,51	193,86	17	25,5	85	127,5	0,48	0,72	0,44	0,66				
6	47,78	241,64	15	23,5	100	151	0,31	0,49	0,41	0,62				
7	41,18	282,82	17	25,5	117	176,5	0,41	0,62	0,41	0,62				
8	46,41	329,23	12,5	21	129,5	197,5	0,27	0,45	0,39	0,60				
9	45,38	374,61	17	25,5	146,5	223	0,37	0,56	0,39	0,60				
10	61,79	436,40	17	25,5	163,5	248,5	0,28	0,41	0,37	0,57	1,12			0,9
11	56,55	492,95	15	23,5	178,5	272	0,27	0,42	0,36	0,55	Araújo (2000)			(2000)
12	53,28	546,23	17	25,5	195,5	297,5	0,32	0,48	0,36	0,54	-	0,32	0,49	-
13	50,99	597,22	17	25,5	212,5	323	0,33	0,50	0,36	0,54	0,95			0,89
14	52,94	650,16	17	25,5	229,5	348,5	0,32	0,48	0,35	0,54	Faletti; Ghisleni (2012)			Faletti; Ghisleni (2012)
15	51,57	701,73	17	25,5	246,5	374	0,33	0,49	0,35	0,53				
16	35,61	737,34	15,5	24	262	398	0,44	0,67	0,36	0,54				
17	45,24	782,58	12,5	18,75	274,5	416,75	0,28	0,41	0,35	0,53				
18	49,59	832,17	17	25,5	291,5	442,25	0,34	0,51	0,35	0,53				
19	51,92	884,09	17	25,5	308,5	467,75	0,33	0,49	0,35	0,53				
20	50,95	935,04	17	25,5	325,5	493,25	0,33	0,50	0,35	0,53				
21	24,47	959,51	15	23,5	340,5	516,75	0,61	0,96	0,35	0,54				
22	55,26	1014,77	17	25,5	357,5	542,25	0,31	0,46	0,35	0,53				
23	45,64	1060,41	17	25,5	374,5	567,75	0,37	0,56	0,35	0,54				
24	15,75	1076,16	8,5	17	383	584,75	0,54	1,08	0,36	0,54				

Figura 29 – Gráfico dos índices de produtividade reais – equipe direta

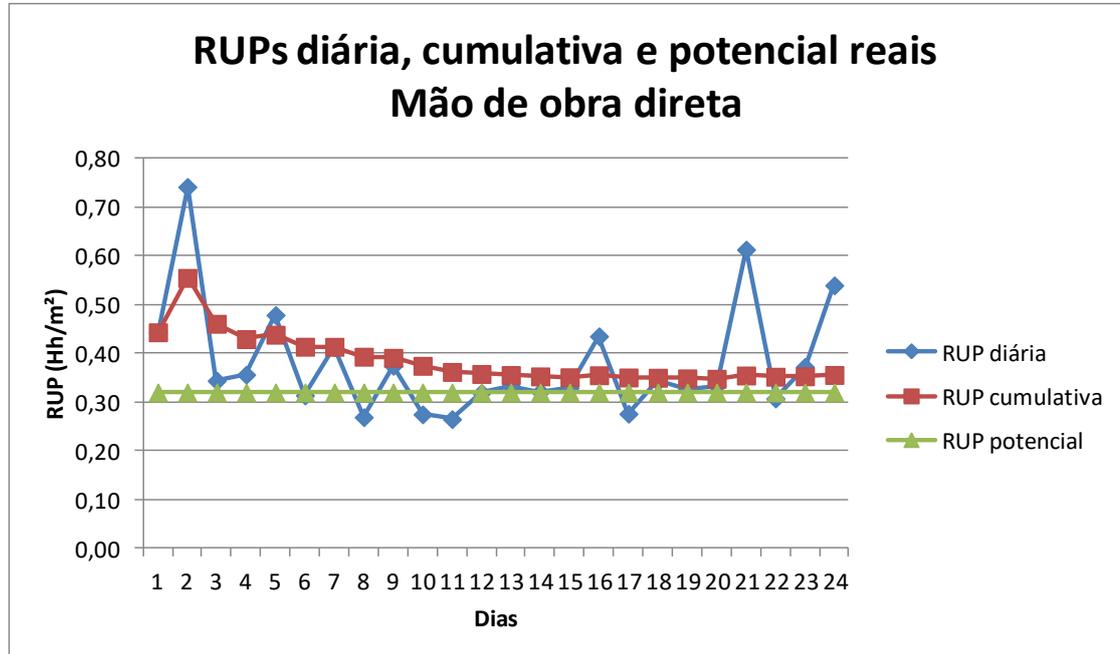
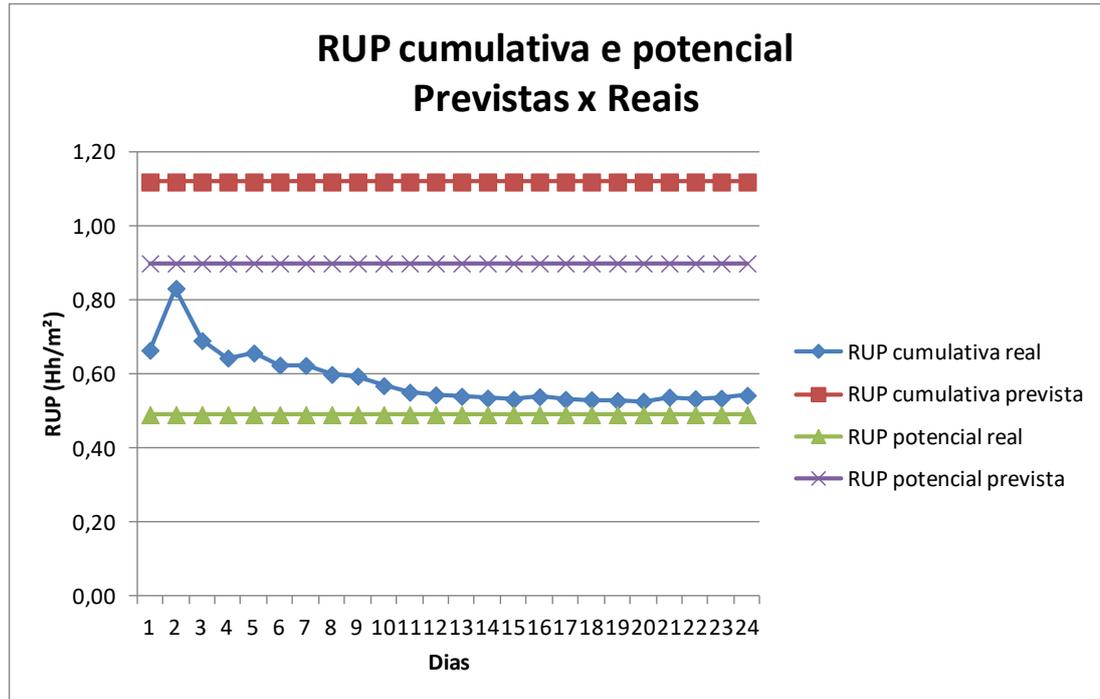


Figura 30 - Gráfico dos índices de produtividade previstos x reais – equipe direta



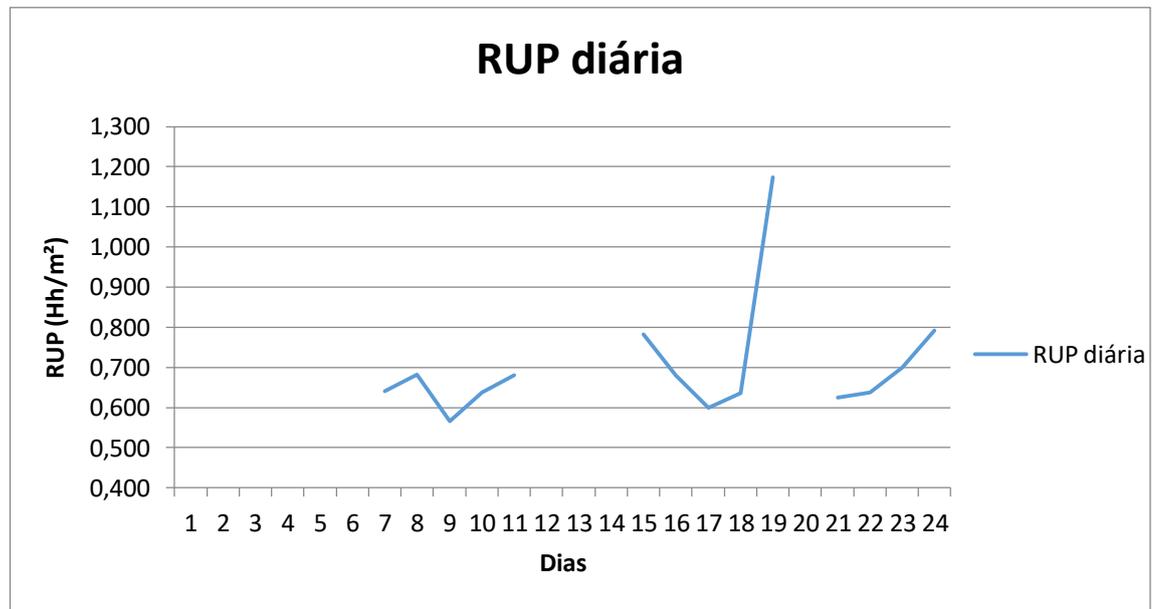
Ainda foram obtidos os valores de RUP diária para o Pedreiro 3. Contudo, como este não se dedicava integralmente às atividades de elevação da alvenaria, não se tem informações precisas a respeito da quantidade de horas totais dedicadas a este serviço diariamente. A cada dia era perguntado ao colaborador o tempo que ele dedicou à elevação da alvenaria. Com a medição da área levantada por ele, se obtinha os valores de RUP diária. Porém, a informação das horas totais era imprecisa.

Os valores obtidos nos dois dias em que foram feitos acompanhamentos minuto a minuto do serviço não diferem muito dos valores obtidos com as informações de tempo dadas pelo pedreiro, portanto os resultados da RUP diária podem estar próximos da realidade. Todavia, optou-se por não utilizar estes dados para comparação com valores teóricos. A Tabela 7 e a Figura 31 apresentam os valores de RUP obtidos para o Pedreiro 3.

Tabela 7 – Índices de produtividade diária do Pedreiro 3 e fatores influenciadores observados

ALVENARIA DE VEDAÇÃO					
Data	Funcionário	Horas Totais	Área líquida de Paredes Elevadas (m <sup>2</sup> )	RUP Diária (Hh/m <sup>2</sup> )	Fatores influenciadores
06/09/2018	Pedreiro 3	4,75	5,73	0,829	Argamassa acabou às 14h
10/09/2018	Pedreiro 3				Ausente
11/09/2018	Pedreiro 3				Ausente
12/09/2018	Pedreiro 3				Ausente
13/09/2018	Pedreiro 3				Não trabalhou na elevação da alvenaria
14/09/2018	Pedreiro 3				Não trabalhou na elevação da alvenaria
17/09/2018	Pedreiro 3	5,00	7,8	0,641	
18/09/2018	Pedreiro 3	7,50	11	0,682	
19/09/2018	Pedreiro 3	8,50	15	0,567	
20/09/2018	Pedreiro 3	8,50	13,32	0,638	
21/09/2018	Pedreiro 3	3,00	4,41	0,680	
24/09/2018	Pedreiro 3				Não trabalhou na elevação da alvenaria
25/09/2018	Pedreiro 3	8,50	16	0,531	
26/09/2018	Pedreiro 3				Não trabalhou na elevação da alvenaria
27/09/2018	Pedreiro 3	6,00	7,67	0,782	
28/09/2018	Pedreiro 3	3,00	4,41	0,680	
01/10/2018	Pedreiro 3	3,00	5	0,600	
02/10/2018	Pedreiro 3	7,00	11	0,636	
03/10/2018	Pedreiro 3	4,45	3,79	1,174	
04/10/2018	Pedreiro 3				Não trabalhou na elevação da alvenaria
05/10/2018	Pedreiro 3	2,50	4	0,625	
08/10/2018	Pedreiro 3	6,00	9,41	0,638	
09/10/2018	Pedreiro 3	3,50	5	0,700	
10/10/2018	Pedreiro 3	4,75	6	0,792	

Figura 31 – Valores de RUP diária – Pedreiro 3



#### 4.2.7. Considerações sobre os índices obtidos

De maneira geral, os índices de produtividade obtidos para a equipe direta de produção foram melhores do que os índices da literatura, previstos pelo Modelo dos Fatores proposto por Araújo (2000). A RUP cumulativa obtida ao último dia de trabalho acompanhado (0,54 Hh/m<sup>2</sup>) e em todos os outros dias de medição é inferior à prevista (1,12 Hh/m<sup>2</sup>). O mesmo acontece com a RUP potencial, que, de acordo com as medições, apresentou um valor de 0,49 Hh/m<sup>2</sup>, representando praticamente metade do valor previsto, de 0,9 Hh/m<sup>2</sup>.

Apesar dos bons valores de produtividade apresentados, deve-se destacar os dias em que a RUP apresentou números elevados, indicando que a produtividade analisada em obra não é totalmente satisfatória. Há observações relacionadas ao serviço de execução realizado nesta obra que podem ser feitas, notando-se, dessa maneira, fatores que contribuíram para a variação da produtividade.

Observando-se o gráfico mostrado na Figura 29, o qual inclui os dados de RUP diária para a mão de obra direta, percebe-se que os dias 1, 2, 21 e 24 apresentaram valores extremos de RUP, variando consideravelmente dos valores obtidos nos outros dias. A execução do serviço nestes dias foi comprometida por falta de material na obra. No caso do dia 24, os tijolos acabaram ainda na parte da manhã, resultando em uma tarde inteira improdutiva. Já nos outros dias, houve falta de argamassa, também acarretando em uma interrupção do serviço. O fato deste acontecimento se repetir no período de acompanhamento da atividade indica uma falta de planejamento na obra, evidenciado pela falta de recursos quando eram necessários.

Durante as visitas à obra, verificou-se que o Pedreiro 1 e o Pedreiro 2 apresentavam características de trabalho bastante distintas. Enquanto o primeiro se mostrou menos experiente e, em alguns dias, demorava a iniciar os trabalhos pela manhã, o segundo pareceu ter bastante prática na execução do serviço, além de iniciar seu trabalho nos primeiros momentos da manhã.

Há ainda que se destacar que o Pedreiro 3 apresentou altos valores de RUP. Como foi dito anteriormente, os números obtidos podem não ser precisos. Contudo, foi observado durante as visitas que o fato de este oficial ter diversas funções fazia com que ele tivesse um rendimento inferior aos outros. Eram constantes as vezes em que ele teve que interromper a execução da alvenaria para executar vergas. Dessa maneira, sua curva de aprendizado era prejudicada, ele despendia muito tempo preparando materiais de

trabalho diferentes e limpando ferramentas, além de ter deslocamentos maiores dentro da obra.

#### **4.3. Indicador da RUP estratificada: 1º nível (ID1)**

Nos tópicos a seguir, são apresentados os indicadores de produtividade da mão de obra estratificados para os dois dias em que foram feitos acompanhamentos minuto a minuto da execução do serviço de elevação da alvenaria. Isto foi feito para um melhor entendimento da forma como o tempo disponível para o trabalho está sendo usado pelas equipes de alvenaria. Nesta etapa, as estratificações seguem de acordo com as categorias principais de ocupação (Trabalho Direto, Atrasos, Mobilização, Paralisação, Deslocamentos e Apoio). Vale ressaltar que, durante a pesquisa de campo, não foram executadas atividades relacionadas à categoria Exigências do Cliente.

Na Tabela 8 e na Tabela 9 são apresentados os valores de RUP Diária estratificada por categoria para os dias 03/10/2018 e 10/10/2018, respectivamente. Tais valores são apresentados graficamente nas régua de produtividade da Figura 32, Figura 33, Figura 34 e Figura 35. A régua de produtividade do Pedreiro 3 foi representada isoladamente para facilitar a visualização do gráfico, pois as escalas são diferentes.

Destaca-se que o valor da RUP Diária do Pedreiro 3 no dia 03/10/2018 apresentou um valor elevado devido à realização de funções não relacionadas à alvenaria diretamente. Durante algumas horas, o oficial executou a função de servente para o Pedreiro 2. Isto porque os oficiais Pedreiro 1 e Pedreiro 2 estavam executando paredes de diferentes pavimentos, sendo o sétimo e o oitavo, respectivamente. Dessa forma, como o servente da equipe estava atendendo apenas ao sétimo andar, o Pedreiro 3 exerceu essa função no oitavo pavimento durante determinado tempo. Considerou-se como Apoio (AP) esse intervalo de tempo em que o oficial exerceu estas atividades. Caso fossem desconsiderados os momentos em que o oficial se dedicou para atividades não relacionadas diretamente à elevação da alvenaria, como o tempo em que ele trabalhou como servente, por exemplo, a RUP diária para este oficial passaria a ser 1,17 ao invés de 2,24. Observa-se que o Pedreiro 1 não se apresentou ao trabalho no dia 10/10/2018.

Tabela 8 - RUP diária estratificada por categoria de ocupação (ID1): 03/10/2018

Oficial	Estratificação da RUP Diária por tempo disponível de trabalho (Hh/m <sup>2</sup> ) - 03/10/2018						
	Categorias de ocupação das atividades de serviço ID1						RUP Diária
	TD	AT	MO	PA	DE	AP	
Pedreiro 1	0,29	0,07	0,01	0,01	0,01	0,02	0,41
Pedreiro 2	0,22	0,03	0,00	0,01	0,00	0,01	0,27
Pedreiro 3	0,76	0,13	0,15	0,44	0,07	0,69	2,24

Tabela 9 - RUP diária estratificada por categoria de ocupação (ID1): 10/10/2018

Oficial	Estratificação da RUP Diária por tempo disponível de trabalho (Hh/m <sup>2</sup> ) - 10/10/2018						
	Categorias de ocupação das atividades de serviço ID1						RUP Diária
	TD	AT	MO	PA	DE	AP	
Pedreiro 2	0,23	0,29	0,00	0,01	0,00	0,01	0,54
Pedreiro 3	0,49	0,86	0,00	0,04	0,00	0,03	1,42

Figura 32 – RUP diária estratificada por categoria de ocupação (ID1) – Pedreiros 1 e 2:  
03/10/2018

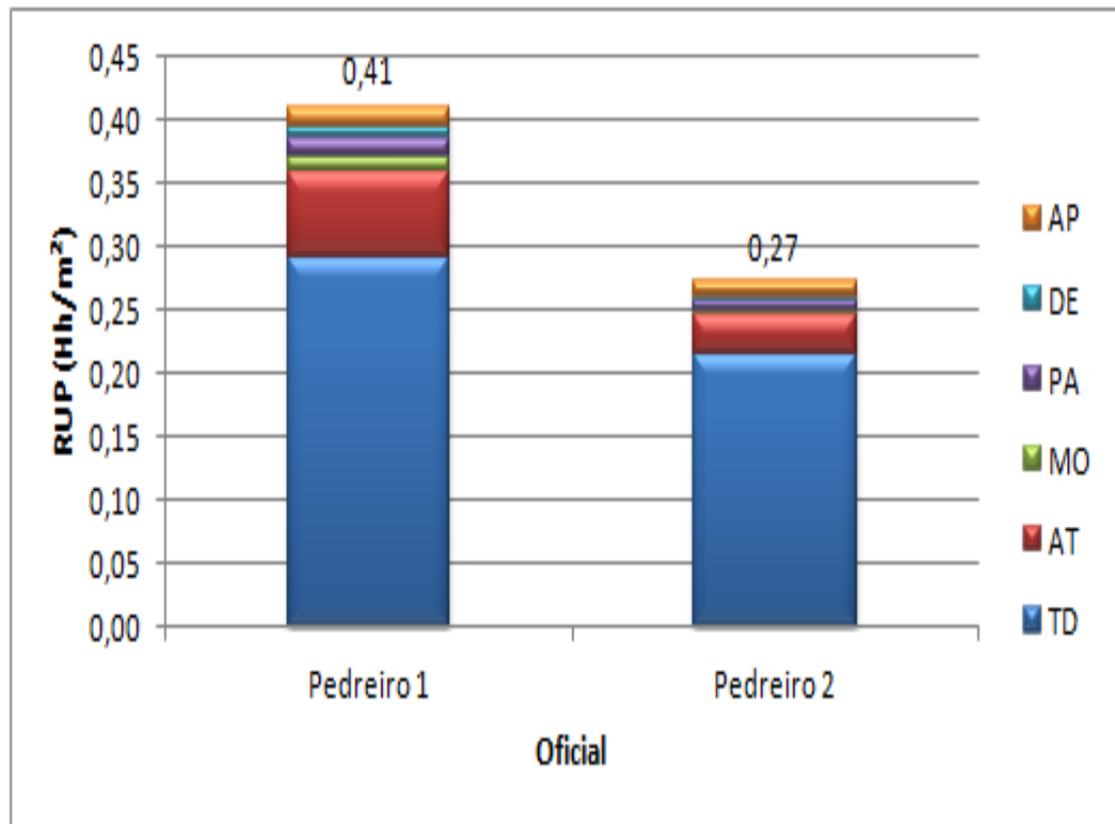


Figura 33 – RUP diária estratificada por categoria de ocupação (ID1) – Pedreiro 3:  
10/10/2018

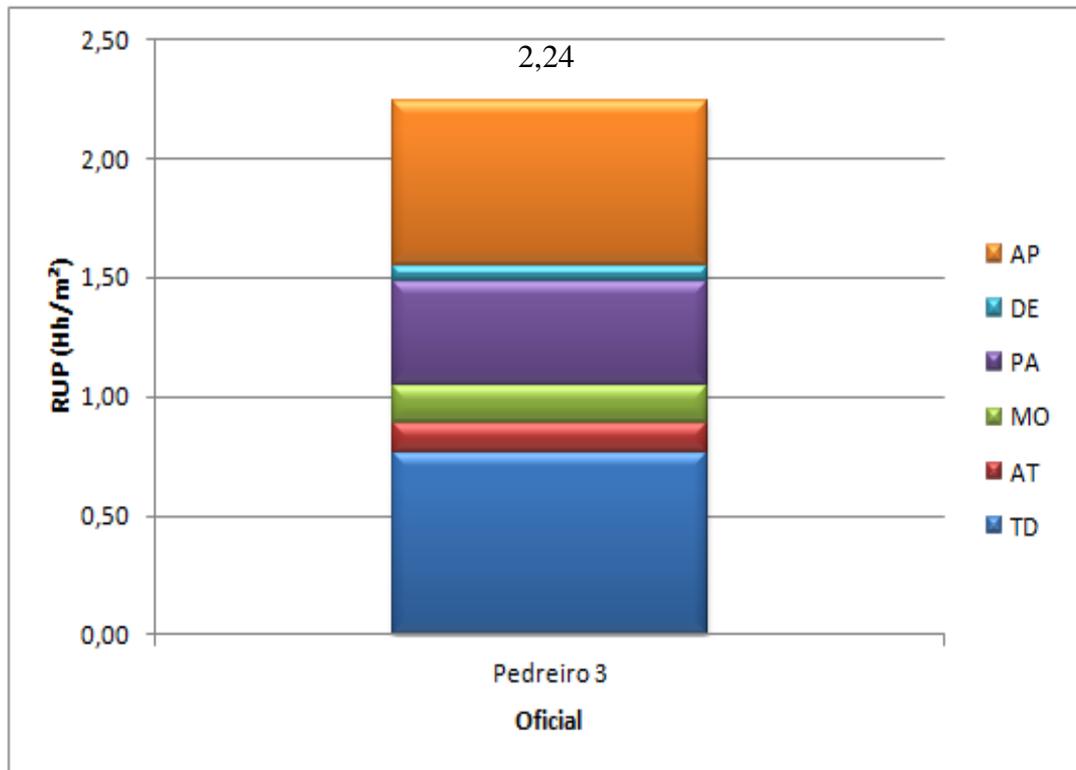


Figura 35 – RUP diária  
estratificada por categoria de  
ocupação (ID1) – Pedreiro 2:  
10/10/2018

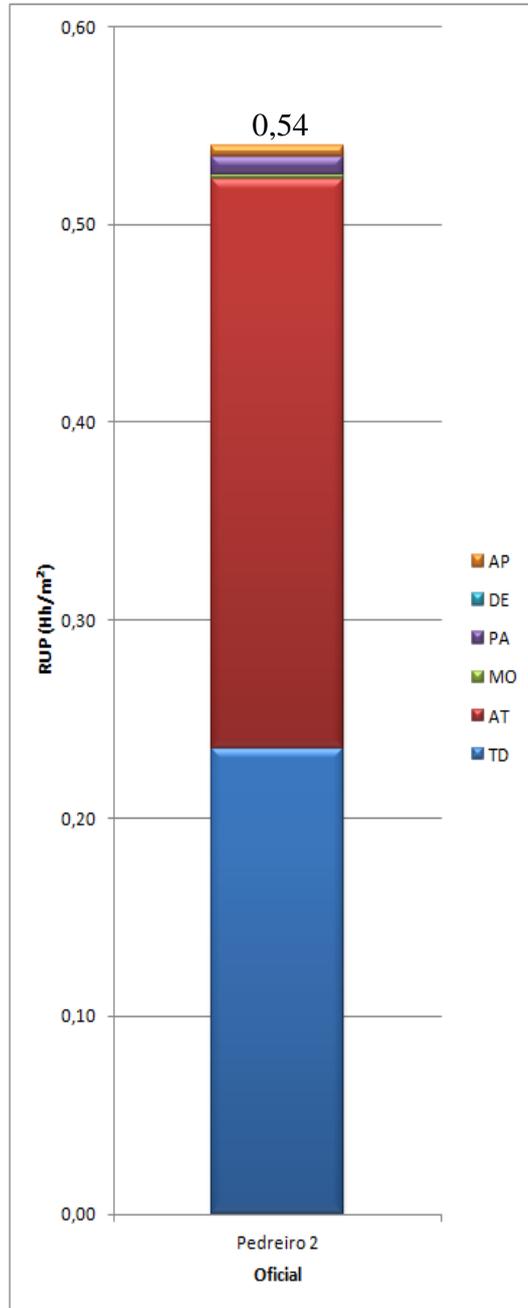
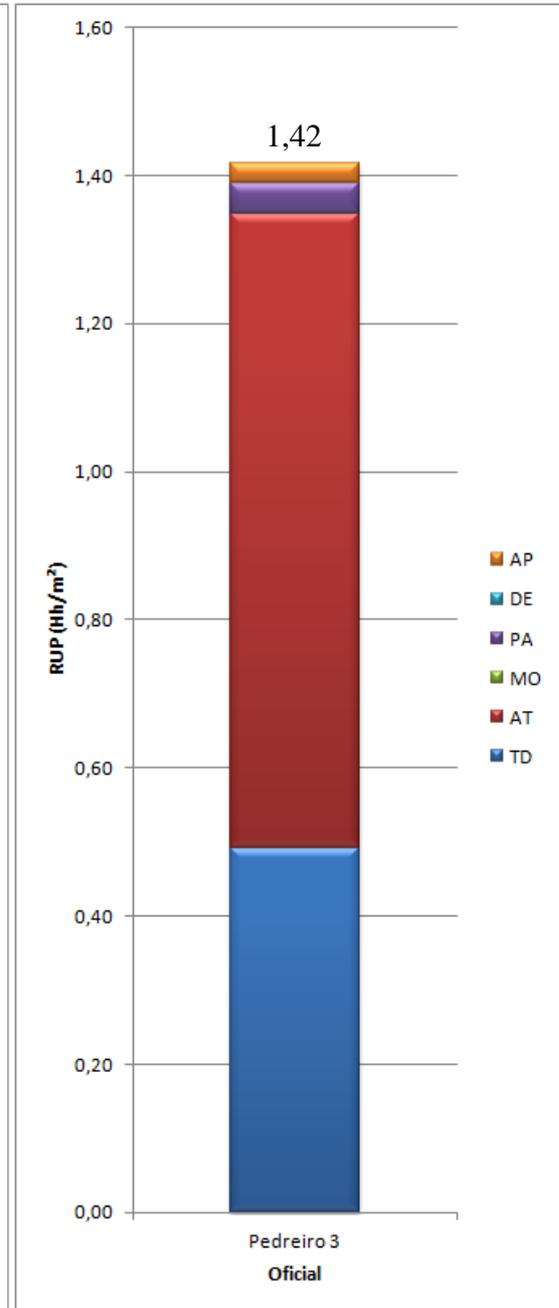


Figura 34 – RUP diária  
estratificada por categoria de  
ocupação (ID1) – Pedreiro 3:  
10/10/2018



Os gráficos indicam claramente a distribuição de ocupação dos oficiais nos dias de trabalho. O alto valor de RUP ocasionado pela categoria Atrasos, presente nos gráficos do dia 10/10/2018, se dá pelo fato de ter faltado blocos cerâmicos na obra.

Observa-se, também, que o oficial que não é contratado por produção (Pedreiro 3) apresentou proporções menores de RUP relativa à categoria Trabalho Direto.

#### 4.3.1. Resumo das RUPs estratificadas por categoria de ocupação: nível ID1

Na Tabela 10 e Tabela 11 são resumidos os valores de RUP cumulativa, estratificada por categoria de ocupação dos oficiais. Tais valores são apresentados graficamente na Figura 36.

Tabela 10 – Resumo das RUPS cumulativas (Hh/m<sup>2</sup>) estratificadas em função das categorias de ocupação: nível ID1

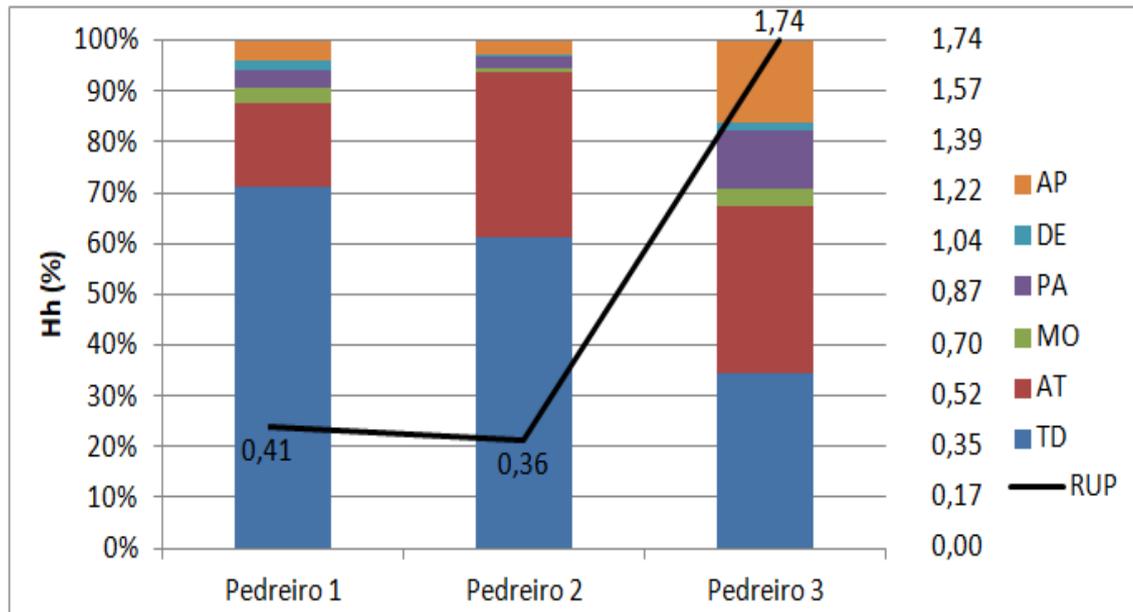
Oficial	RUP Cum (Hh/m <sup>2</sup> )	RUP das categorias de ocupação (Hh/m <sup>2</sup> )					
		TD	AT	MO	PA	DE	AP
Pedreiro 1	0,41	0,29	0,07	0,01	0,01	0,01	0,02
Pedreiro 2	0,36	0,22	0,12	0,00	0,01	0,00	0,01
Pedreiro 3	1,74	0,60	0,58	0,06	0,20	0,03	0,28
Mediana		0,29	0,12	0,01	0,01	0,01	0,02

Tabela 11 – Representatividade (%) das categorias de ocupação: RUPs cumulativas: nível ID1

Oficial	RUP Cum (Hh/m <sup>2</sup> )	RUP das categorias de ocupação (Hh/m <sup>2</sup> )					
		TD	AT	MO	PA	DE	AP
Pedreiro 1	0,41	71,20%	16,48%	2,94%	3,53%	1,96%	3,88%
Pedreiro 2	0,36	61,18%	32,55%	0,69%	2,35%	0,49%	2,75%
Pedreiro 3	1,74	34,31%	33,14%	3,43%	11,28%	1,47%	16,37%
Mediana		61,18%	32,55%	2,94%	3,53%	1,47%	3,88%

Figura 36 – RUPs cumulativas (Hh/m<sup>2</sup>) em relação à categoria de ocupação (%): nível

ID1



Na Tabela 12 e Tabela 13 são resumidos os valores de RUP potencial, estratificada por categoria de ocupação dos oficiais. Tais valores são apresentados graficamente na Figura 37.

Tabela 12 – Resumo das RUPs potenciais (Hh/m<sup>2</sup>) estratificadas em função das categorias de ocupação: nível ID1

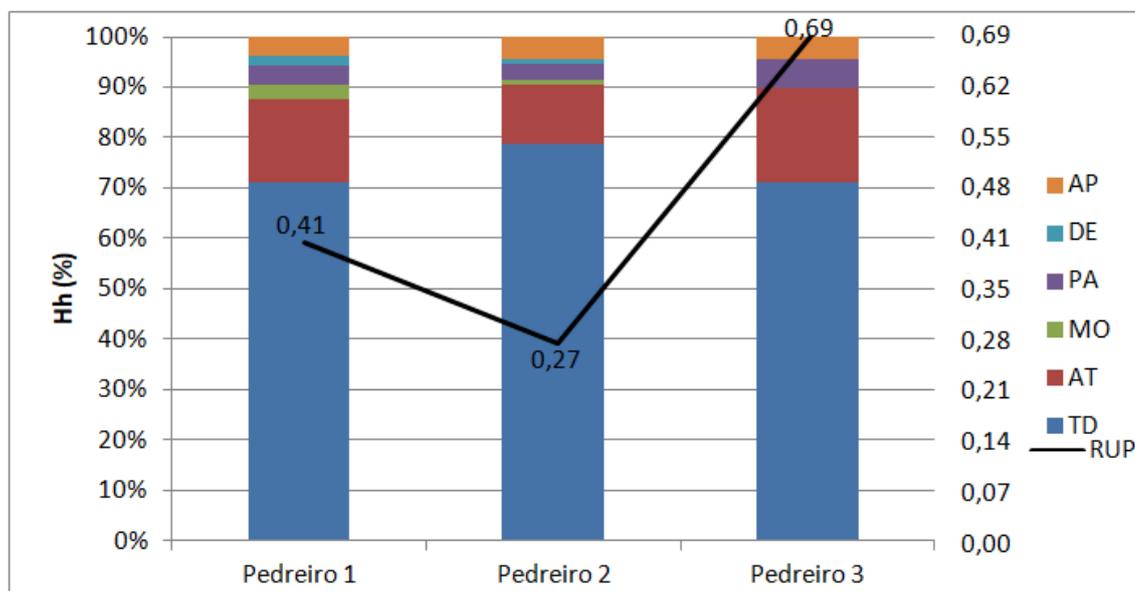
Oficial	RUP Pot (Hh/m <sup>2</sup> )	RUP das categorias de ocupação (Hh/m <sup>2</sup> )					
		TD	AT	MO	PA	DE	AP
Pedreiro 1	0,41	0,29	0,07	0,01	0,01	0,01	0,02
Pedreiro 2	0,27	0,22	0,03	0,00	0,01	0,00	0,01
Pedreiro 3	0,69	0,49	0,13	0,00	0,04	0,00	0,03
Mediana		0,29	0,07	0,00	0,01	0,00	0,02

Tabela 13 – Representatividade (%) das categorias de ocupação: RUPs potenciais: nível

ID1

Oficial	RUP Pot (Hh/m <sup>2</sup> )	RUP das categorias de ocupação (Hh/m <sup>2</sup> )					
		TD	AT	MO	PA	DE	AP
Pedreiro 1	0,41	71,20%	16,48%	2,94%	3,53%	1,96%	3,88%
Pedreiro 2	0,27	78,82%	11,76%	0,98%	2,94%	0,98%	4,51%
Pedreiro 3	0,69	71,01%	18,84%	0,00%	5,80%	0,00%	4,35%
Mediana		71,20%	16,48%	0,98%	3,53%	0,98%	4,35%

Figura 37 – RUPs potenciais (Hh/m<sup>2</sup>) em relação à categoria de ocupação (%): nível ID1



De acordo com a Tabela 11, 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 = 61,18%), seguida pela categoria Atraso (mediana = 32,55%) e pela categoria Apoio (mediana = 3,88%). Representatividade semelhante se obtém ao se considerar as RUPs potenciais (Tabela 13).

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

Há que se destacar que a alta representatividade da categoria Atrasos se dá porque foram poucos dias de acompanhamento integral e em um deles, houve falta de tijolos na obra. Outro destaque é a pequena representatividade da categoria Deslocamento, uma vez que o sistema de trabalho da obra era bem organizado e prático, resultando em pouca necessidade de deslocamentos variados pelo canteiro.

#### 4.3.2. Indicador RUP estratificada da subcategoria ID2

A seguir, para cada categoria de ocupação são apresentados os indicadores de produtividade da mão de obra (RUP cumulativa e RUP potencial) para o nível ID2, seguindo a árvore hierárquica proposta na Figura 17 e Quadro 2 do capítulo 3.

#### 4.3.2.1. Categoria de ocupação – Trabalho Direto (TD)

Na Tabela 14 são apresentados os indicadores de produtividade da mão de obra (RUP cumulativa e RUP potencial) para o nível ID2 desta categoria.

Tabela 14 – Resumo dos indicadores de produtividade da mão de obra – Nível ID2 da categoria principal Trabalho Direto

Oficial	TD RUP Cum (Hh/m <sup>2</sup> )			TD RUP Pot (Hh/m <sup>2</sup> )		
	TDM	TDE	TDF	TDM	TDE	TDF
Pedreiro 1	0,000	0,291	0,000	0,000	0,291	0,000
Pedreiro 2	0,000	0,222	0,000	0,000	0,220	0,000
Pedreiro 3	0,121	0,475	0,000	0,312	0,449	0,000
Mediana	0,000	0,291	0,000	0,000	0,291	0,000

Os resultados apresentados na Tabela 14 eram esperados, uma vez que os oficiais Pedreiro 1 e Pedreiro 2 tinham como função exclusivamente a elevação da alvenaria (TDE). O Pedreiro 3 executava a marcação (TDM), porém a elevação da alvenaria ainda era sua atividade principal.

#### 4.3.2.2. Categoria de ocupação – Atrasos (AT)

Na Tabela 15 e Tabela 16 são apresentados os indicadores de produtividade da mão de obra (RUP cumulativa e RUP potencial) para o nível ID2 desta categoria.

Tabela 15 – Resumo das RUPs cumulativas – Nível ID2 da categoria principal Atrasos

Oficial	ATRUP Cum (Hh/m <sup>2</sup> )				
	AEP	AEA	AFS	AFT	AFA
Pedreiro 1	0,043	0,024	0,000	0,000	0,000
Pedreiro 2	0,021	0,000	0,000	0,097	0,000
Pedreiro 3	0,014	0,051	0,000	0,511	0,000
Mediana	0,021	0,024	0,000	0,097	0,000

Tabela 16 - Resumo das RUPs potenciais – Nível ID2 da categoria principal Atrasos

Oficial	ATRUP Pot (Hh/m <sup>2</sup> )				
	AEP	AEA	AFS	AFT	AFA
Pedreiro 1	0,043	0,024	0,000	0,000	0,000
Pedreiro 2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pedreiro 3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mediana	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Os atrasos observados na obra se devem à falta de tijolos na obra (AFT), ao excesso do tempo de pausa (AEP) e à espera para entrar em ação (AEA). O primeiro fator está relacionado ao dia em que acabaram os tijolos na obra, pois foi esquecido de fazer o pedido com a fornecedora. O segundo motivo, AEP, é constante porque há duas pausas durante o dia de trabalho, facilitando a extensão de tempos excessivos de pausa. Já a terceira situação foi observada em mais de um dia com os Pedreiros 1 e 3, os quais demoravam para iniciar o serviço na parte da manhã.

#### 4.3.2.3. Categoria de ocupação – Mobilização (MO)

Na Tabela 17 são apresentados os indicadores de produtividade da mão de obra (RUP cumulativa e RUP potencial) para o nível ID2 desta categoria.

Tabela 17 - Resumo dos indicadores de produtividade da mão de obra – Nível ID2 da categoria principal Mobilização

Oficial	MO RUP Cum (Hh/m <sup>2</sup> )		MO RUP Pot (Hh/m <sup>2</sup> )	
	MOM	MOE	MOM	MOE
Pedreiro 1	0,000	0,012	0,000	0,012
Pedreiro 2	0,001	0,000	0,000	0,000
Pedreiro 3	0,034	0,026	0,000	0,000
Mediana	0,001	0,012	0,000	0,000

A RUP da mão de obra para as atividades desenvolvidas nesta categoria são pouco expressivas em relação às outras e dizem respeito principalmente ao transporte de materiais ou equipamentos.

#### 4.3.2.4. Categoria de ocupação – Paralisação (PA)

Na Tabela 18 e Tabela 19 são apresentados os indicadores de produtividade da mão de obra (RUP cumulativa e RUP potencial) para o nível ID2 desta categoria.

Tabela 18 - Resumo das RUPs cumulativas – Nível ID2 da categoria principal Paralisação

Oficial	PA RUP Cum (Hh/m <sup>2</sup> )						
	PMS	POE	PSM	PAD	PAV	PLF	PAM
Pedreiro 1	0,004	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,006
Pedreiro 2	0,000	0,000	0,000	0,004	0,005	0,000	0,000
Pedreiro 3	0,000	0,000	0,111	0,017	0,068	0,000	0,000
Mediana	0,000	0,000	0,000	0,004	0,005	0,000	0,000

Tabela 19 - Resumo das RUPs potenciais – Nível ID2 da categoria principal Paralisação

Oficial	PA RUP Pot (Hh/m <sup>2</sup> )						
	PMS	POE	PSM	PAD	PAV	PLF	PAM
Pedreiro 1	0,004	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,006
Pedreiro 2	0,000	0,000	0,000	0,003	0,004	0,000	0,000
Pedreiro 3	0,000	0,000	0,014	0,000	0,028	0,000	0,000
Mediana	0,000	0,000	0,000	0,003	0,004	0,000	0,000

Para esta categoria, destaca-se o excesso de paralisações do Pedreiro 3 sem motivo aparente (PSM), além da pausa constante para fumar cigarros (PAV).

#### 4.3.2.5. Categoria de ocupação – Deslocamentos (DE)

Na Tabela 20 são apresentados os indicadores de produtividade da mão de obra (RUP cumulativa e RUP potencial) para o nível ID2 desta categoria.

Tabela 20 - Resumo dos indicadores de produtividade da mão de obra – Nível ID2 da categoria principal Deslocamentos

Oficial	DE RUP Cum (Hh/m <sup>2</sup> )	DE RUP Pot (Hh/m <sup>2</sup> )
	DVC	DVC
Pedreiro 1	0,008	0,008
Pedreiro 2	0,002	0,000
Pedreiro 3	0,026	0,000
Mediana	0,008	0,000

Como observado anteriormente, a categoria Deslocamentos é pouco expressiva em relação às outras.

#### 4.3.2.6. Categoria de ocupação – Apoio

Na Tabela 21 e Tabela 22 são apresentados os indicadores de produtividade da mão de obra (RUP cumulativa e RUP potencial) para o nível ID2 desta categoria.

Tabela 21 - Resumo das RUPs cumulativas – Nível ID2 da categoria principal  
Paralisação

Oficial	AP RUP Cum (Hh/m <sup>2</sup> )					
	AVA	ALE	ALF	AMA	APE	AOM
Pedreiro 1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,000
Pedreiro 2	0,000	0,000	0,000	0,001	0,009	0,000
Pedreiro 3	0,000	0,020	0,051	0,009	0,000	0,204
Mediana	0,000	0,000	0,000	0,001	0,009	0,000

Tabela 22 - Resumo das RUPs potenciais – Nível ID2 da categoria principal Paralisação

Oficial	AP RUP Pot (Hh/m <sup>2</sup> )					
	AVA	ALE	ALF	AMA	APE	AOM
Pedreiro 1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,000
Pedreiro 2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
Pedreiro 3	0,000	0,000	0,028	0,000	0,000	0,000
Mediana	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000

As atividades desenvolvidas no escopo desta categoria se concentram na preparação do espaço de trabalho (APE) e na montagem de andaimes (AMA). Vale destacar que o Pedreiro 3 apresentou alto de valor de RUP na subcategoria AOM (organização da disposição dos materiais), pois trabalhou como servente durante algumas horas do dia 03/10/2018.

## 5. Conclusões

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

No que se refere ao objetivo geral proposto desde o início deste estudo, pode-se dizer que este foi alcançado, uma vez que foram gerados os indicadores de produtividade para o serviço de alvenaria de vedação.

Quanto ao cumprimento dos objetivos específicos, tem-se que:

- A análise da produtividade da mão de obra no serviço de alvenaria de vedação foi cumprida, uma vez que se gerou indicador de RUP nas suas várias modalidades (RIP diária, RUP cumulativa e RUP potencial), no capítulo 4;
- Os valores de produtividade obtidos foram comparados com os índices da literatura no item 4.4.6;
- Os fatores influenciadores relacionados com o serviço analisado foram apresentados no capítulo 4;
- Os valores de RUP estratificada foram levantados em obra e apresentados no item 4.5;
- Foi identificada a categoria de ocupação principal mais significativa em relação à produtividade da mão de obra na execução do serviço de alvenaria;
- Para cada categoria principal de ocupação, foi identificada a representatividade das suas respectivas subcategorias de atividades.

Analisando-se dos dados coletados em obra, chegou-se à conclusão que o empreendimento do estudo de caso apresentou alta produtividade em comparação com Araújo (2000). Enquanto o autor citado apresentou uma RUP potencial de 0,90 Hh/m<sup>2</sup> para a equipe de mão de obra direta, o valor para a mesma equipe na obra estudada neste trabalho foi de 0,49 Hh/m<sup>2</sup>. Comparando-se com os valores obtidos por Faletti e Ghisleni (2012), os quais foram obtidos em uma obra na Grande Florianópolis, verificou-se que os valores obtidos neste presente trabalho foram positivos, visto que as autoras chegaram a um valor de RUP potencial de 0,89 Hh/m<sup>2</sup>. Atenta-se, porém, para o

fato de que a presença do autor na obra pode ter influenciado na forma de trabalho da mão de obra.

Percebeu-se que o fato de se utilizar argamassa estabilizada e transporte dos blocos cerâmicos em paletes contribuía para a melhoria do sistema construtivo e diminuía as chances de atrasos. Além disso, de maneira geral, os oficiais responsáveis pela elevação da alvenaria de vedação estavam, na maior parte do tempo, abastecidos com os materiais necessários e, portanto, não havia muitas interrupções de trabalho. Por fim, ainda pode-se somar o fato de que os oficiais responsáveis pela elevação da alvenaria de vedação recebiam o salário por produção (parede elevada). Assim, era interesse dos trabalhadores que o trabalho fosse executado da maneira mais rápida. O Pedreiro 3, o qual era mensalista, apresentou piores índices de produção. Isso destaca a influência da forma de pagamento no ritmo de produção.

Como esperado, foi verificado que paredes com menores dimensões e áreas com números maiores de cantos influenciaram nos valores de produtividade. A execução das amarrações é uma atividade que toma bastante tempo dos oficiais.

Dentre os diversos fatores que influenciam na variação da produtividade da mão de obra, percebeu-se que, na obra estudada no presente trabalho, o fator com maior influência sobre os valores da RUP foi a falta de material, indicando uma falha no planejamento por parte da empresa.

Outro fato a ser destacado é o de que, além dos valores de RUP para a equipe de mão de obra direta, foram obtidos os valores de produtividade de cada oficial separadamente. Verificou-se que, apesar de estarem submetidos às mesmas condições de trabalho, de maneira geral, o Pedreiro 2 apresentou melhores valores de produtividade. Nas visitas à obra, concluiu-se que essa situação se dá pela menor prática na execução do serviço pelo Pedreiro 1 e pelo fato de que o oficial demandava tempo demasiado para iniciar o trabalho pela manhã.

Com relação à estratificação da mão de obra, verificou-se que a categoria principal (nível ID1) mais representativa em termos percentuais foi a categoria Trabalho Direto, seguida pelas categorias Atraso, Apoio e Paralisação. Por último estão as categorias Mobilização e Deslocamentos. Ressalta-se que a categoria Atraso apresentou percentual de representatividade relativamente alto devido à falta de tijolos na obra em um dos dias analisados. Como o número de dias analisados não foi muito alto, acontecimentos como falta de material acarretam em grandes interferências nos valores

da representatividade de cada categoria. Em frente a isso, se mostra necessário um acompanhamento mais duradouro das atividades.

O trabalho não teve como objetivo a determinação do consumo de materiais. Contudo, observou-se diariamente que a quantidade de material desperdiçado ao longo do processo é considerável. Portanto, concluiu-se que o consumo de materiais também necessita de mais estudos.

Por fim, ficou evidente para o presente autor que os processos de construção civil devem ser continuamente estudados e controlados em obra e que os dados levantados são de fundamental importância para a melhoria da eficiência na execução dos serviços.

### **5.1. Sugestões para trabalhos futuros**

Através da presente pesquisa, algumas sugestões para trabalhos futuros são:

- Realização de mais pesquisas relacionadas ao assunto, realizando estudos de casos em obras de diferentes portes, a fim de se identificar a existência de outros fatores influenciadores e sua relação com os índices de produtividade;
- Elaboração de estudos que comparem os dados de produtividade do serviço de alvenaria de vedação que utilize alvenaria racionalizada e argamassa estabilizada em relação ao que utiliza blocos cerâmicos e argamassas tradicionais;
- Realização de um estudo levando-se em conta um tempo de levantamento de dados maior com base no Modelo de Estratificação, a fim de permitir uma maior confiança estatística na análise dos dados da produtividade estratificada;
- Realização de trabalhos com base no Modelo de Estratificação em outros serviços de construção, considerados mais complexos em relação ao de alvenaria de vedação, como a execução de estruturas de concreto armado envolvendo a produção de armaduras, montagem e desmontagem de formas e concretagem.

## Referências

ARAÚJO, L. O. C. de. **Método para a previsão e controle da produtividade da mão-de-obra na execução de fôrmas, armação, concretagem e alvenaria.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola Politécnica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

ARAÚJO, L. O. C.; SAMPAIO, P. E. *How to measure productivity: a real possibility.* Las Vegas, Nevada, EUA, RICS COBRA, 2012.

BICCA, I.; FORMOSO, C. T.; SCARDOELLI, L. S. **Estudo piloto de medição da produtividade utilizando a amostragem do trabalho.** Proceedings: 5th International Seminar on Structural Masonry for Developing Countries. Florianópolis, 1994.

CARDOSO, J. L. **Produtividade variável da mão de obra em serviços praticados nos canteiros de obra: estudo de caso.** Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil). Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2010.

CARVALHO, M.; GALHARDO, L.; OTÁVIO, L.; TELLES, C. Driving predictable business outcomes in dynamics global Market. **Construction Industry Institute, 2011 ANNUAL CONFERENCE**, Chicago. Proceedings... Chicago, CII, jul. 2011.

COSTA, M. R. M. M.; FRANCO, L. S. **Método Construtivo de Alvenaria de Vedação de Blocos de Concreto Celular Autoclavado.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. BT/PCC, São Paulo, v. 161, p. 1-21, 1996.

DÓREA, S.C.L.; SOUZA, U. E. L. **Produtividade do serviço de concretagem em edifícios – casos práticos.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO – SIBRAGEC. A competitividade da construção civil no novo milênio. Recife: 1999.

FALETTI, M.; GHISLENI, R. H. **Diretrizes para melhoria da qualidade e produtividade no serviço de alvenaria de vedação.** Florianópolis, 2012. Trabalho de Conclusão de Curso, UFSC.

HERRERA, W. **Producao e Produtividade**, 2009. Disponível em: <[http://www.portaldomarketing.com.br/Artigos2/Producao\\_e\\_Produtividade.htm](http://www.portaldomarketing.com.br/Artigos2/Producao_e_Produtividade.htm)>.

Acessado em novembro de 2018.

LEITE, M. O. **A utilização das curvas de aprendizagem no planejamento da construção civil**. Dissertacao (Mestrado em Engenharia de Producao). Programa de Pos-Graduacao em Engenharia de Producao. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianopolis, 2002.

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**. Orientação de Ubiraci Espinelli Lemes de Souza. 126p. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MAEDA, F. M. **Produtividade da mão de obra nos serviços de revestimento interno de paredes e tetos em argamassa e em gesso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

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.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras**. Sao Paulo: Pini, 2006.

MOREIRA, D. A. **Os benefícios da produtividade industrial**. São Paulo: Pioneira, 1994.

MORETTI, M. **Subsídios para a escolha da vedação vertical: produtividade, consumo de materiais e qualidade final na execução de alvenaria convencional e racionalizada**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2016.

OLIVEIRA, K. C. R. de. **Produtividade estratificada da mão de obra na execução do revestimento de gesso em pasta.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil, 2014.

PINI. **TCPO 14.** São Paulo: PINI, 2013.

POVOAS, Y. V., SOUZA, U. E. L., JOHN, V. M. **Produtividade no assentamento dos revestimentos cerâmicos.** In: Simposio brasileiro de gestao da qualidade e organizacao do trabalho, 1999, Recife. Anais... Recife, 1999.

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

RODRIGUES, M. L.; **Ganhos na construção com a adoção da alvenaria com blocos cerâmicos modulares.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica. Abril de 2013.

SABBATINI, F. H. **A industrialização e o processo de produção de vedações: utopia ou elemento de competitividade empresarial.** In: Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: Vedação Vertical (1º. 1998: São Paulo) **Anais**; ed. por F.H. Sabbatini, M.M.S.B. de Barros J.S. Medeiros, São Paulo, EPUSP/PCC, 1998.

SABBATINI, F. H. **O processo construtivo de edifícios de alvenaria estrutural sílicocalcária.** São Paulo. 1984. 298 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

SILVA, R.C.; GONÇALVES, M.O.; ALVARENGA, R.C.S.S./Revista Técnica. **Alvenaria racionalizada,** Julho de 2006. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/112/artigo285542-1.aspx>>. Acesso em 15 de novembro de 2018.

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

SOUZA, U. E. L. **Como aumentar a eficiência da Mão-de-obra: manual de gestão da produtividade na construção civil.** São Paulo: PINI, 1ªedição, 2006.

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

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.

TOMAZETTI, R. R.; REIS, F.S.B.; SOUZA, U.E.L. **Subsídios para a escolha da vedação vertical: produtividade e consumo de materiais na execução de vedações de alvenaria e gesso acartonado.** In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. (4º. 2005: Porto Alegre).

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. 290 p

