

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

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

CAETANO POLESELLO

FLORIANÓPOLIS

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

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

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.^a Cristine do Nascimento Mutti

Co-orientadora: Prof.^a Fernanda Fernandes Marchiori

FLORIANÓPOLIS

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Polesello, Caetano

Análise da produtividade estratificada da mão de obra
no serviço de execução de alvenaria de vedação / Caetano
Polesello ; orientadora, Cristine do Nascimento Mutti,
coorientadora, Fernanda Fernandes Marchiori, 2021.
97 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Produtividade estratificada. 3.
Alvenaria de vedação. I. Mutti, Cristine do Nascimento. II.
Marchiori, Fernanda Fernandes. III. Universidade Federal
de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. IV. Título.

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

CAETANO POLESELLO

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

Profª Liane Ramos da Silva
Coordenadora do Curso

Profª Cristine do Nascimento Mutti, Ph.D.
Orientadora

Banca Examinadora:

Profª Fernanda Fernandes Marchiori
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof Ricardo J.J. Oviedo Haito
Universidade Federal de Santa Catarina

Agradecimentos

A Deus, acima de tudo, por ser Aquele que tudo fez e Aquele que sempre me orientou.

Aos meus pais, Claudia e Joel, por terem me dado tudo aquilo que podiam. Por tudo o que me ensinaram e por sempre se disporem para o meu bem, para o meu melhor. A eles expressei o meu maior agradecimento.

À minha irmã por ter sido a ótima e companheira irmã que foi ao longo de toda nossa vida. Muito obrigado, Joana.

À minha professora orientadora, prof.^a Cristine Mutti, que sempre me orientou para o que precisei na execução deste trabalho. Obrigado pela compreensão ao longo de todos os meses de trabalho e, principalmente, pelo conhecimento proporcionado.

À minha co-orientadora, prof.^a Fernanda Marchiori, que orientou a direção das minhas pesquisas com excelentes sugestões. Também agradeço pelo conhecimento proporcionado.

A toda a minha família, que sempre esteve ao meu lado. Que me auxiliou através de tudo o que fizeram por mim e para mim. Agradeço a todos imensamente.

Aqueles amigos que seguem comigo desde Caxias do Sul, muito obrigado por todos os bons anos que vivemos juntos.

Aos amigos da faculdade, guardo boas lembranças do quanto nos auxiliamos nesses últimos anos. O quanto foi bom conviver com todos vocês. Muito obrigado.

A todos aqueles que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a minha formação. Obrigado.

Resumo

Ao longo das últimas décadas, o setor da construção civil veio sendo permeado cada vez mais pelo desenvolvimento tecnológico. As tecnologias que vieram sendo empregadas utilizam cada vez a seguinte característica: informação. Boa parte dessa informação é originária de coleta de dados em obra e possui, de maneira geral, a finalidade de aumentar a eficiência e a eficácia da produção do setor. Nesse contexto, o presente Trabalho de Conclusão de Curso consistiu em um estudo de caso que teve como objetivo principal coletar informações relativas à produtividade da mão de obra no serviço de execução de alvenaria de vedação. O trabalho teve como fim identificar possíveis problemas de produtividade no processo produtivo da mão de obra encarregada da execução da obra objeto de estudo deste trabalho. A referida obra consiste numa edificação residencial unifamiliar de alto padrão localizada na cidade de Florianópolis. O enfoque recaiu sobre a questão da produtividade da mão de obra, empregando-se o chamado Método da Estratificação. Através desse método, definiram-se classes de atividades com as quais o tempo da mão de obra disponível para execução das alvenarias foi classificado. Tal classificação das atividades da mão de obra para execução das alvenarias da obra permitiu a obtenção de dados específicos quanto à ocupação do tempo dos operários em obra. Em uma avaliação crítica sobre os dados encontrados foram propostas algumas medidas para a melhoria da produtividade da equipe de obra. Com o tratamento dos dados obtidos em obra e a análise feita sobre eles, acredita-se que os objetivos foram alcançados. Por outro lado, em virtude do próprio método empregado no estudo de caso e de outros fatores apontados neste documento, não foi possível a realização de uma comparação dos valores de produtividade da mão de obra encontrados com valores da literatura da área. De qualquer forma, considera-se que este Trabalho de Conclusão de Curso contribui com a estruturação das categorias de ocupação da mão de obra para o serviço de execução da alvenaria de vedação, assim como, serve de orientativo para a construção de trabalhos que empreguem o Modelo da Estratificação para outros serviços da construção civil.

Palavras-chave: alvenaria de vedação; produtividade da mão de obra; produtividade estratificada da mão de obra; Método da Estratificação.

Abstract

Over the past few decades, the civil construction sector has been increasingly permeated by technological development. Technologies that have been used increasingly apply the following characteristic: information. Much of this information originates from data collected on site and has, in general, the purpose of increasing the efficiency and the effectiveness of the sector's production. In this context, the present study consisted of a case study whose main objective was to collect information related to the labor productivity in the masonry laying service. The purpose of the study was to identify possible productivity problems in the productive process carried out by the labor working on the project under study. The referred construction project consists of a high standard single family residential building located in the city of Florianópolis. The question of labor productivity was evaluated using the so-called Stratification Method. Through this method, activities were defined and so they have been used to classify the labor's time available for the construction of masonry laying. Such classification allowed obtaining specific data regarding the application of the workers' time in the construction. In a critical evaluation of the data found, some measures were proposed to improve the productivity of the construction team. With the treatment of the data obtained on site and the analysis made on them, it is believed that the objectives were achieved. On the other hand, due to the method used in this case study and other factors pointed out in this report document, it was not possible to make a comparison of the found values of labor productivity with values in the literature. In any case, it is considered that this study contributes with the structuring of the categories of occupation of the workforce for the execution of the masonry work, as well as it serves as a guideline for the construction of studies that employ the Stratification Method for other construction jobs.

Keywords: masonry; Labor productivity; stratified labor productivity; Stratification Method.

Lista de Figuras

Figura 1 – Eficiência e eficácia na produtividade	17
Figura 2 – Produtividade da mão de obra	18
Figura 3 – Aspectos a padronizar quanto a mensuração da RUP	20
Figura 4 – Diferentes abrangências quanto à mão-de-obra contemplada	22
Figura 5 – Cálculo da área líquida de alvenaria executada	23
Figura 6 – Representação gráfica do modelo dos fatores.....	29
Figura 7 – Grupos de fatores que afetam a produtividade da mão de obra na construção civil	29
Figura 8 – Etapas do método da Produtividade Estratificada	32
Figura 9 – Representação gráfica de RUP diária	36
Figura 10 – Representação gráfica de RUP diária mensurada pela Produtividade Estratificada	37
Figura 11 – Representação gráfica da hierarquia dos níveis de ocupações.....	38
Figura 12 – ID1 e ID2 de resultado gráfico obtido pela Produtividade Estratificada para uma atividade genérica	39
Figura 13 – Execução de alvenaria de vedação	42
Figura 14 – Chapisco sobre a estrutura.....	43
Figura 15 – Definição da posição planimétrica	44
Figura 16 – Marcação da parede.....	44
Figura 17 – Amarração lateral com pilar	45
Figura 18 – Provisão de blocos.....	45
Figura 19 – Elevação da parede	46
Figura 20 – Vergas e contra-vergas	47
Figura 21 – Fixação da parede.....	47
Figura 22 – Sequência geral do trabalho.....	52
Figura 23 – Fluxograma do processo de execução da alvenaria de vedação na obra de estudo	57
Figura 24 – Cômputo das saídas em área líquida.....	59
Figura 25 – Encadeamento hierárquico das atividades nos seus níveis de ocupação da mão de obra	60
Figura 26 – RUPs estratificadas para o ID1	61
Figura 27 – Projeto da fachada frontal da residência	63
Figura 28 – Fachada frontal da residência em fase de elevação de alvenaria	63
Figura 29 – Canteiro de obras	66
Figura 30 – Caracterização da mão de obra	67
Figura 31 – Recebimento dos tijolos cerâmicos no canteiro de obras	68
Figura 32 – Tijolos cerâmicos dispostos para elevação de alvenaria	69
Figura 33 – Armazenamento dos sacos de cimento no canteiro de obras	70
Figura 34 – Argamassa no canteiro de obras	71
Figura 35 – Aditivo plastificante empregado na dosagem.....	72
Figura 36 – Areia estocada no canteiro de obras.....	73
Figura 37 – Paredes de espessuras diferentes	74
Figura 38 – Gráfico dos indicadores de RUP sem estratificação	77
Figura 39 – Estratificação da RUP Diária por classe de atividades do nível ID1 (Hh/m ²)	80
Figura 40 – Estratificação da RUP Diária por classe de atividades do nível ID2 – TD (Hh/m ²)....	85
Figura 41 – Estratificação da RUP Diária por classe de atividades do nível ID2 – AP (Hh/m ²)....	88

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Classificação dos trabalhadores envolvidos na execução de uma obra	21
Tabela 2 – RUP quanto a organização da mão de obra (característica da equipe)	22
Tabela 3 – Exemplo de cálculo da RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial	24
Tabela 4 – Fatores que afetam a produtividade da mão de obra.....	26
Tabela 5 – Fatores que afetam a produtividade na execução de alvenaria	27
Tabela 6 – Estrutura Analítica de Ocupações da mão de obra para alvenaria de vedação	55
Tabela 7 – Planilha de preenchimento diário da ocupação da mão de obra.....	58
Tabela 8 – Indicadores de RUP sem estratificação	76
Tabela 9 – RUP diária para o nível ID1	79
Tabela 10 – RUP diária para o nível ID1 em porcentagem.....	80
Tabela 11 – RUP diária estratificada para o nível ID2 – TD (Hh/m ²)	84
Tabela 12 – RUP diária estratificada para o nível ID2 – TD (%).....	85
Tabela 13 – RUP diária estratificada para o nível ID2 – AP (Hh/m ²)	87
Tabela 14 – RUP diária estratificada para o nível ID2 – AP (%).....	87

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	14
1.4.	Estrutura do Trabalho	14
2.	Revisão Bibliográfica	16
2.1.	Produtividade	16
2.1.1.	A Produtividade.....	16
2.1.2.	Mensuração da Produtividade	19
2.1.3.	Padronização dos Aspectos para Cálculo da RUP	20
2.1.4.	Fatores que Afetam a Produtividade da Mão de Obra	25
2.1.5.	Fatores que Afetam a Produtividade da Mão de Obra no Serviço de Alvenaria	26
2.2.	Modelo dos Fatores	27
2.3.	Produtividade Estratificada	30
2.3.1.	O Conceito do Método	30
2.3.2.	O Método	32
2.3.3.	Planejamento da Avaliação	32
2.3.4.	Avaliação	33
2.3.5.	Processamento de Dados	35
2.3.6.	Análise de Resultados.....	38
2.3.7.	Comunicações de Resultados e Ações	40
2.4.	Alvenaria de Vedação.....	41
2.4.1.	Conceituação.....	41
2.4.2.	Execução de Paredes de Alvenaria de Vedação	42
2.4.3.	Benefícios e Desvantagens da Execução das Alvenarias De Vedação pelo Método Tradicional.....	48
3.	Metodologia	51
3.1.	Sequenciação Geral do Trabalho.....	51
3.2.	Metodologia de Coleta e Processamento dos Dados	52
3.2.1.	Estruturação das Categorias de Ocupação da Mão de Obra	53
3.2.2.	Processo Geral de Execução da Alvenaria de Vedação	56
3.2.3.	Procedimento Para a Coleta de Dados – Entradas.....	57
3.2.4.	Procedimento Para a Coleta de Dados – Saídas.....	58

3.2.5.	Processamento dos Dados	60
4.	Caracterizações dos Objetos do Trabalho.....	62
4.1.	Caracterização da Obra Objeto do Trabalho.....	62
4.2.	Caracterização das Entradas na Execução da Alvenaria	64
4.2.1.	Mão de obra	65
4.2.2.	Tijolos Cerâmicos.....	67
4.2.3.	Cimento	69
4.2.4.	Argamassa	70
4.2.5.	Aditivo Plastificante.....	71
4.2.6.	Areia	72
4.2.7.	Brita	73
4.3.	Caracterização das Saídas na Execução da Alvenaria	73
5.	Apresentação e Análise dos Resultados.....	76
5.1.	RUP Sem Estratificação	76
5.2.	RUP Com Estratificação: Nível ID1	79
5.3.	RUP Com Estratificação: Nível ID2	83
5.3.1.	RUP para Atividades da Classe de Atividades TD do ID1.....	83
5.3.2.	RUP para Atividades da Classe de Atividades AP do ID1.....	86
6.	Conclusões	91
6.1.	Em Relação ao Objetivo Geral.....	91
6.2.	Em Relação aos Objetivos Específicos.....	91
6.3.	Considerações Finais	92
6.4.	Sugestões Para Trabalhos Futuros	94
	Referências Bibliográficas	95

1. Introdução

1.1. Justificativa

Ao longo dos últimos anos, e até mesmo das últimas décadas, tornou-se perceptível o desenvolvimento tecnológico dentro do setor da construção civil: emprego de *softwares* cada vez melhores e mais sofisticados para fins de administração, planejamento e controle de obras; utilização de *softwares* para cotações automáticas de insumos no mercado trazendo benefícios econômicos para o construtor; emprego de aparelhos como tablets e dispositivos de realidade aumentada a fim de melhorar análises e controles feitos em obra; entre outros.

Essas tecnologias que vieram sendo desenvolvidas funcionam ancoradas em uma importante característica: lidam com informação; e cada vez mais informação. Por exemplo, cada vez mais as análises que visam permitir a tomada de decisões (de estratégicas a operacionais) são baseadas em indicadores, os quais, também são, cada vez mais, alimentados por informações coletadas em obra. Outro exemplo é a elaboração de projetos que, quando em desenvolvimento, são carregados com maior quantidade de dados (especificação de materiais, atributos, custos, ...), a fim de ser otimizada a construção, evitem-se erros de projeto e de compatibilização e diminuam-se retrabalhos em obra ou até mesmo a necessidade da tomada de decisão em obra.

Dessa forma, sabendo-se da importância da informação no contexto atual da construção, tanto para a tomada de decisões quanto para a economia na construção, percebeu-se uma deficiência de dados no mercado, e até mesmo na literatura técnica, quanto à produtividade da mão de obra no canteiro. E já que, para Souza (2006), se uma obra tem projeto, equipamentos e materiais que sejam mais ou menos favoráveis à boa produtividade, é preciso que se extraia o máximo das condições vigentes dessa obra, decidiu-se por contribuir para o aumento, e conseqüentemente maior amparo estatístico para decisões (em orçamentos; em cronogramas; operacionais de alocação de recursos), da quantidade de informações a respeito da produtividade da mão de obra na execução de um serviço em específico – elevação de alvenaria de vedação.

Além disso, visando-se sanar um problema recorrente no levantamento de dados de produtividade, que é a baixa especificação e qualificação dos dados de produtividade levantados em obra, optou-se pelo uso da metodologia denominada Produtividade Estratificada. Através do emprego dessa metodologia, fraciona-se o tempo disponível do operário no canteiro de obras em relação a como é empregado esse tempo na execução de atividades mais específicas,

relacionadas diretamente, ou não, com o serviço a ser executado. O uso dessa metodologia permite um amparo em dados que expressam verdadeiramente o uso do tempo do operário em canteiro, possibilitando o emprego de soluções específicas para problemas de, por exemplo: atrasos na liberação de frentes de serviço; atrasos na própria execução de serviços; discordâncias entre planejado e realizado.

As soluções que podem se apresentar através da análise dos dados extraídos pelo modelo da Produtividade Estratificada são diversas, tais como: troca de fornecedor de insumo por causa de atrasos recorrentes nas entregas; mudança do layout do canteiro para diminuir tempo gasto em deslocamentos; fornecimento de cursos técnicos à mão de obra visando o aprimoramento profissional e aumento de produtividade.

Acredita-se que a mensuração da Produtividade Estratificada tenha grande valor para a tomada de decisões assertivas e para a economia de recursos, podendo ser trabalhada tanto em obras de grandes construtoras quanto em pequenas e médias obras. Dessa forma, propõe-se para este trabalho de conclusão de curso a análise da produtividade da mão de obra na execução do serviço de alvenaria de vedação em uma obra real, uma residência unifamiliar, seguida de uma análise dos resultados e, se houver tempo hábil, da implementação das soluções identificadas através da análise feita.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral desse trabalho é analisar a produtividade da mão de obra na execução do serviço de alvenaria de vedação em obra residencial unifamiliar de alto padrão na cidade de Florianópolis/SC através do método da Produtividade Estratificada.

1.2.2. Objetivos Específicos

São objetivos específicos desse trabalho:

- Elaborar uma Estrutura Analítica de Ocupações para a execução de alvenaria de vedação que possa ser ferramenta de trabalho de outros estudos;
- Mensurar a produtividade estratificada da mão de obra para o serviço e a obra definidos;
- Atribuir o contexto e o conteúdo específicos do serviço de execução de alvenaria da obra aos dados de produtividade mensurados;

- Identificar as classes de atividades mais significativa em termos de efeitos na produtividade da mão de obra (RUP) na execução da alvenaria de vedação;
- Analisada a produtividade, tem-se, por objetivo, identificar e aplicar soluções para baixa ou incompatível produtividade encontrada se assim a análise dos dados indicar.

1.3. Limitações do Trabalho

Consideram-se limitações do trabalho as condições limitantes encontradas tanto para a aplicação do método do trabalho quanto durante a execução das atividades a ele relacionadas.

Como delimitação, em função do curto período de execução de alvenarias na obra objeto do estudo a aplicação do método abrangeu: coleta de dados em obra; processamento e análise dos dados obtidos; comunicação dos resultados à equipe de obras, apresentando as sugestões para melhoria de produtividade. Entretanto, não focou em: nova coleta de dados; processamento e análise dos dados obtidos; análise dos efeitos da aplicação das posturas recomendadas após primeira análise de dados.

O trabalho pôde ser efetuado com coleta de dados suficientes para uma primeira comunicação dos resultados obtidos à mão de obra. Tendo sido apresentada a análise dos dados, os operários se dispuseram a seguir, em oportunidades futuras, as recomendações feitas.

Por fim, houve a limitação de não terem sido encontrados outros trabalhos que tratassem da produtividade estratificada da mão de obra para obras nas quais as equipes de produção variassem frequentemente ao longo do período de coleta de dados. Isso acarretou na impossibilidade de comparação dos valores de produtividade obtidos neste trabalho com outros trabalhos da literatura, na medida em que em uma comparação dessa qualidade, muito do contexto e do conteúdo dos serviços deve ser semelhante entre um trabalho e outro para possibilitar uma reta comparação.

1.4. Estrutura do Trabalho

Este trabalho é composto por seis capítulos, sendo que, no capítulo 1 é apresentada a justificativa para a realização do trabalho, apresentando a importância do tema abordado. Nesse capítulo também são expostos: o objetivo geral do trabalho, seus objetivos específicos, as limitações encontradas na condução do trabalho e a sua estrutura.

No capítulo 2 é apresentada a revisão bibliográfica sobre os principais assuntos abordados no trabalho. Ele abrange os conceitos e as explicações necessárias quanto à

produtividade, à produtividade da mão de obra na construção civil, ao método da Produtividade Estratificada e ao serviço de execução de alvenaria de vedação.

No capítulo 3 é exposto o método de pesquisa adotado no trabalho, apresentando o processo de obtenção dos dados, o qual considera todas as especificações da obra empregada neste trabalho.

O capítulo 4 apresenta a obra residencial unifamiliar utilizada como objeto deste estudo de caso. Também apresenta as características das entradas e das saídas da produção das alvenarias na referida obra.

O capítulo 5 mostra os resultados encontrados através do método empregado, e as medidas a serem adotadas a fim de ser melhorada a eficiência da mão de obra no serviço de alvenaria de vedação para a obra estudada neste trabalho.

O capítulo 6 expõe as conclusões e as considerações finais do trabalho, as limitações encontradas durante sua execução são retomadas e são feitas sugestões para trabalhos futuros.

2. Revisão Bibliográfica

O presente capítulo traz a abordagem de uma revisão de conceitos e aplicações dos dois principais temas relacionados nesse trabalho: produtividade estratificada e serviço de alvenaria de vedação.

2.1. Produtividade

A fim de se trabalhar a produtividade estratificada, faz-se necessário, primeiramente, abordar o que é a produtividade, por que é empregada na construção civil e todo o conjunto de benefícios que traz o seu conhecimento.

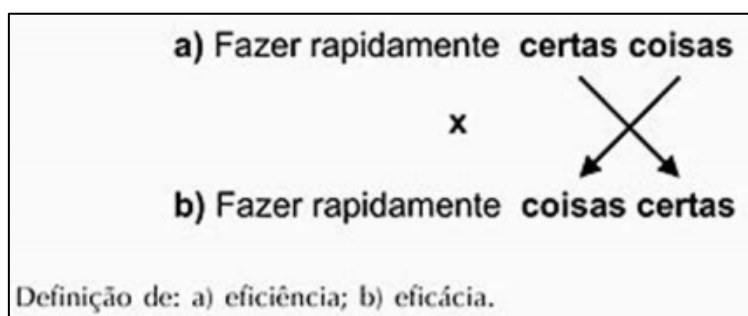
Após discorrido sobre o tema produtividade, torna-se possível especificar o estudo e, então, trazer dois modelos para a determinação dela, o Modelo dos Fatores e a Produtividade Estratificada. Sendo essa última o objeto de maior estudo desse trabalho e, também, o método empregado na determinação da produtividade da mão de obra na elevação da alvenaria de vedação da obra analisada.

2.1.1. A Produtividade

O termo produtividade pode possuir diferentes conceituações, tendo em vista que é tratado em diferentes campos do saber humano. Por isso, uma conceituação do termo já dentro do setor da construção civil é relevante para não se incorrer em posteriores erros de análise de dados, de situações e até mesmo de relações com outros trabalhos da área.

Segundo Souza (2006), dentro do setor da construção civil, a melhor relação para a produtividade é com a produção, ou seja, com a faculdade de produzir. Essa relação se dá através da comparação do resultado obtido com o esforço demandado. Contudo, segundo o autor, ao se falar em produtividade, não se deve considerar somente quanto é feito a partir de um determinado esforço (eficiência), mas também o quão certo foi feito (eficácia), como é demonstrado na Figura 1.

Figura 1 – Eficiência e eficácia na produtividade



Fonte: Souza (2006)

Como afirma Souza (1996), ao longo das décadas que precederam sua publicação, as construtoras atuantes no Brasil vinham se preocupando em adotar posturas que as tornassem mais produtivas e competitivas. Entre essas posturas estavam: treinamento de pessoal, desenvolvimento de tecnologia de construção e, até mesmo, reorganização administrativa.

Ao longo da década que se seguiu à publicação de Souza (1996), outros autores também identificaram as mudanças contínuas nas construtoras atuantes em território nacional, mudanças realizadas com vista a tornarem-se mais produtivas e competitivas. Inclusive, segundo Fachini (2006), nos anos que antecederam a sua publicação, essas mudanças em prol de as construtoras manterem-se competitivas deram-se em função da reduzida disponibilidade de recursos financeiros para as obras e da diminuição do poder aquisitivo dos clientes finais.

Para Oliveira (2014), a fim de que os esforços empreendidos pelas construtoras na adoção das posturas evidenciadas e descritas por Souza (1996) gerem os resultados esperados é necessário um bom entendimento da produtividade da mão de obra na construção civil, que envolve diversos fatores do mercado nacional, como a dinâmica do crescimento econômico, a formalização, a qualificação da mão de obra e a expansão dos investimentos fixos dentro da cadeia produtiva.

Nesse sentido, a fim de ser entendida a produtividade da mão de obra no Brasil, vários pesquisadores desenvolveram um entendimento a respeito das definições de produtividade na construção e de produtividade da mão de obra. Entre os pesquisadores pode-se citar Carraro que diz que: “produtividade na construção significa uma relação entre um determinado recurso utilizado em um processo construtivo e o resultado gerado por ele. (CARRARO,1998, p. 35).”

Porém, segundo Souza: “A produtividade na Construção poderia ser definida quanto aos diferentes tipos de entradas e saídas; e também de uma maneira mais global ou mais parcial. Por exemplo, poder-se-ia lidar com a eficiência em transformar: reais investidos em reais

auferidos na venda do edifício; ou horas de equipamento em um metro quadrado de obra. (SOUZA, 2006, p. 24).” Ou seja, ao se falar em produtividade na construção, trabalha-se dentro de um campo muito grande de possibilidades de análise e de abrangências, não refletindo o que se busca de informação ao se falar em produtividade estratificada.

Por outro lado, é através da produtividade da mão de obra que se pode extrair os conceitos e mecanismos de trabalho da produtividade estratificada. Souza define a produtividade da mão de obra, do ponto de vista físico, como: “a eficiência (e, na medida do possível, a eficácia) na transformação do esforço dos trabalhadores em produtos de construção (a obra ou suas partes). (SOUZA, 2006, p. 24).” A Figura 2 ilustra a definição fornecida pelo autor.

Figura 2 – Produtividade da mão de obra



Fonte: Souza (2006)

Dessa forma, após apresentado o conceito da produtividade da mão de obra dentro do setor da construção civil, há de se ressaltar os benefícios que o conhecimento dela traz. Para Souza (2006), os dados da produtividade da mão de obra podem ajudar os gestores a tomar decisões extremamente importantes. Algumas dessas ações ou decisões, elencadas pelo autor, são apresentadas a seguir:

- avaliação do desempenho da mão-de-obra;
- definição de uma remuneração do trabalho coerente com o esforço despendido;
- previsão dos custos de um serviço a ser realizado;
- escolha tecnológica visando o aumento da eficiência;
- entendimento das vantagens e desvantagens de diferentes tipos de fornecimento de materiais e componentes;
- prescrição de diretrizes de projeto que aumentem a construtibilidade;
- definição do tamanho das equipes necessárias e da duração de uma atividade.

Ou seja, de maneira geral, segundo o autor, pode-se considerar o estudo da produtividade como um sistema de informações que pode subsidiar a tomada de decisões, sendo, por isso, evidentes os seus benefícios e importância.

2.1.2. Mensuração da Produtividade

Além dos benefícios já mencionados de se trabalhar com a produtividade da mão de obra, a produtividade no setor da construção civil é um fator importante na busca pela diminuição dos custos das empresas construtoras. Segundo Soares et al (2016), em se falando do setor da construção civil, é na produtividade da mão de obra em que as maiores perdas são verificadas, pois, geralmente, os gestores não fazem um controle adequado do processo produtivo relacionado à mão de obra, diminuindo, com isso, sua eficiência.

Em virtude de todos os benefícios trazidos pela produtividade da mão de obra, resta-se desenvolver a sua avaliação. Para mensurar a produtividade, emprega-se em larga escala o indicador denominado Razão Unitária de Produção (RUP), o qual será o indicador empregado nesse trabalho. A definição da RUP foi proposta por Souza (1996 *apud* OLIVEIRA, 2014), e é apresentada na Equação 1. Esse indicador relaciona o esforço humano, homens x hora (Hh), com a quantidade de serviço (QS) realizado:

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

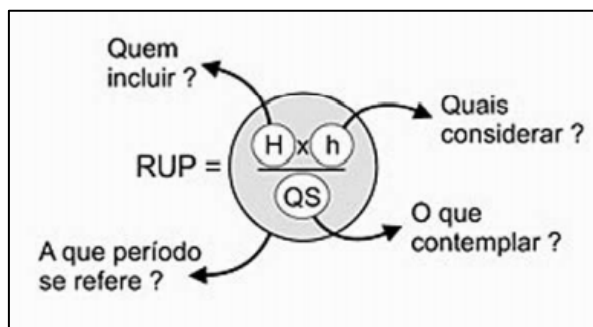
Souza (2006) faz a recomendação de ser fundamental, para se tratar do assunto produtividade, definir-se uma linguagem padronizada para o assunto. Segundo Oliveira (2014), a RUP estabelece essa padronização de mensuração tanto das entradas quanto das saídas, sendo necessário, para a sua correta obtenção, saber-se coletar os dados em relação ao tipo de serviço a ser analisado, além de se saber como compor as partes do indicador para o que se deseja obter como resultado de produtividade.

Nessa linha, a fim de padronizar a avaliação da RUP, Souza (2006) propõe a padronização de quatro aspectos, elencados a seguir:

- a definição clara de quais homens são inseridos na avaliação de produtividade;
- a quantificação das horas de trabalho a considerar dos envolvidos;
- a quantificação do serviço produzido;
- a definição do período ao qual as mensurações de entradas e saídas se referem.

A Figura 3 mostra a necessidade da abordagem dos quatro aspectos anteriores no cálculo da RUP.

Figura 3 – Aspectos a padronizar quanto a mensuração da RUP



Fonte: Souza (2006)

A produtividade estratificada emprega o conceito e o cálculo da RUP. Assim, é de suma importância ter-se todos os itens anteriores bem especificados, até mesmo para serem trabalhados na coleta e na análise dos dados desse trabalho. Assim, a próxima subseção do trabalho buscará elucidar esses itens tendo como objetivo responder às perguntas levantadas na Figura 3.

2.1.3. Padronização dos Aspectos para Cálculo da RUP

Em se falando primeiramente na mão de obra contemplada no cálculo da RUP, a distinção quanto a qual mão de obra é considerada no cálculo é de suma importância. Segundo Souza (2006), essa distinção dos operários que entrarão no cálculo é fundamental para fins de levantamento de produtividade, tornando a RUP obtida mais inteligível e, então, útil para subsidiar decisões.

De forma geral, pode-se dizer que cada obra tem as suas particularidades quanto ao emprego da mão de obra de produção, porém, há uma constante para o levantamento da RUP em todas as obras. Essa constante é mencionada por Souza: “a definição das RUP não envolverá o esforço dos gestores e sim somente o dos comandados por eles. Interessam os operários que “põem a mão na massa”. (SOUZA, 2006, p. 33).”

Por outro lado, ao se falar dos operários da produção, há diversas classificações dessa mão de obra que podem ser feitas, implicando, cada uma, consideravelmente na RUP resultante. A Tabela 1 apresenta as diversas possibilidades de classificação da mão de obra de produção em uma obra, permitindo a observação de que muitas diferenciações podem ser feitas e que cada obra pode ter sua mão de obra alocada de uma determinada forma. Por esse motivo, ao longo desse trabalho, deixar-se-á sempre retamente classificada a mão de obra, com o fim de permitir futuras comparações de RUP da mão obra encontrada neste trabalho pelo método da produtividade estratificada com outros trabalhos a serem realizados.

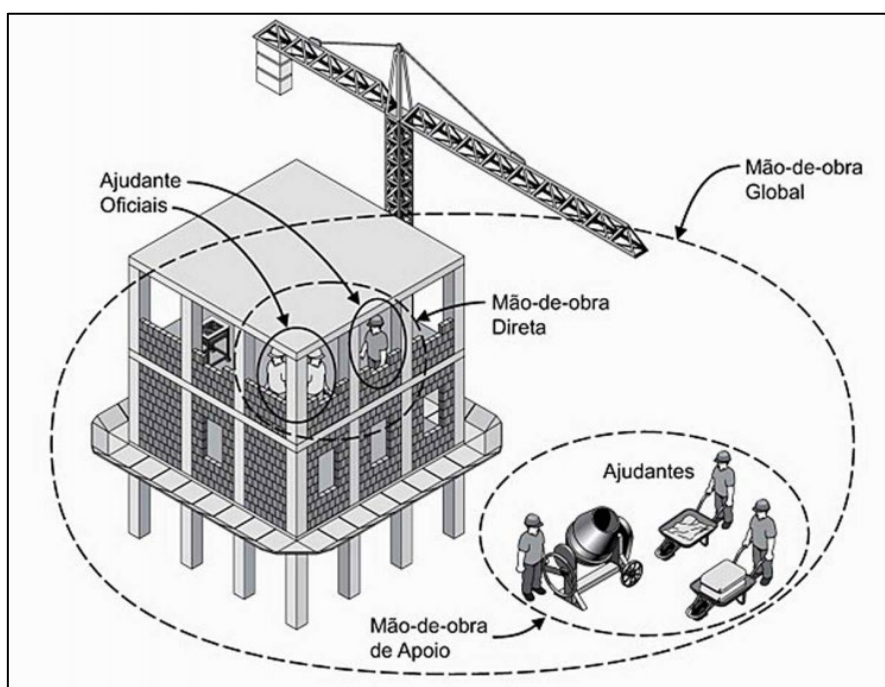
Tabela 1 – Classificação dos trabalhadores envolvidos na execução de uma obra

Produção	
nível hierárquico	<ul style="list-style-type: none"> • oficial/qualificado • meio-oficial • ajudante/servente/não qualificado/aprendiz
especialização	<ul style="list-style-type: none"> • pedreiro • carpinteiro • encanador • azulejista • etc.
serviço	<ul style="list-style-type: none"> • fôrmas • armação • concretagem • alvenaria • revestimento de paredes internas com argamassa • revestimento cerâmico de piso • etc.
parte do fluxograma dos processos	<ul style="list-style-type: none"> • recebimento • estocagem • movimentação • processamento intermediário • processamento final
organização	<ul style="list-style-type: none"> • série • paralelo • em grupo • relação oficial:ajudante

Fonte: Souza (2006)

Por fim, em se falando da mão de obra, também se deve classificá-la quanto ao nível do envolvimento no serviço executado. Nessa classificação, segundo Souza (2006) existem: “oficiais diretamente envolvidos na produção final do serviço, ajudantes que os auxiliam diretamente e operários que dão apoio mais à distância com relação ao grupo direto. (SOUZA, 2006, p. 34)”. Para a determinação da produtividade da mão de obra, tal diferenciação em três grupos pode ser identificada na Figura 4 e desenvolvida na Tabela 2. Essa diferenciação da RUP a ser considerada em cada estudo que se realize sobre o tema produtividade, será também empregada no caso da obra estudada nesse trabalho. Em virtude da organização da mão de obra no canteiro e, por outras razões apresentadas em seção específica desse trabalho, adotou-se a RUP Global nos levantamentos realizados.

Figura 4 – Diferentes abrangências quanto à mão-de-obra contemplada



Fonte: Souza (2006)

Tabela 2 – RUP quanto a organização da mão de obra (característica da equipe)

Classificação da Composição	Produtividade segundo a tipologia da mão de obra
RUP Oficial	Produtividade da mão de obra do(s) oficial(ais) (pedreiros)
RUP Direta	Produtividade da mão de obra da equipe composta por: <ul style="list-style-type: none"> • oficial e ajudante ligado intrinsecamente à execução do serviço; ou • oficiais que executam a alvenaria e o trabalho de apoio direto
RUP Global	Produtividade da mão de obra da equipe composta por oficial(ais) e/ou ajudante ligado intrinsecamente à execução do serviço acrescida, ainda, de ajudante indireto ligado ao apoio do serviço (produção de argamassa, transporte, carregamento e descarregamento,...)

Fonte: elaborado pelo autor, 2021

Após classificada a mão de obra a ser contabilizada na RUP, torna-se necessária a quantificação das horas de trabalho desses envolvidos a serem consideradas. Segundo Araújo (2000), as horas a serem computadas como horas de trabalho, devem ser somente aquelas que o operário estava disponível para o trabalho. Essa é a postura adotada para a mensuração da RUP e, portanto, conforme traz Souza (2006), não são descontadas as horas de paralisação por erros de gestão, como por falta de material no canteiro, nem são computados apenas os tempos produtivos da mão de obra.

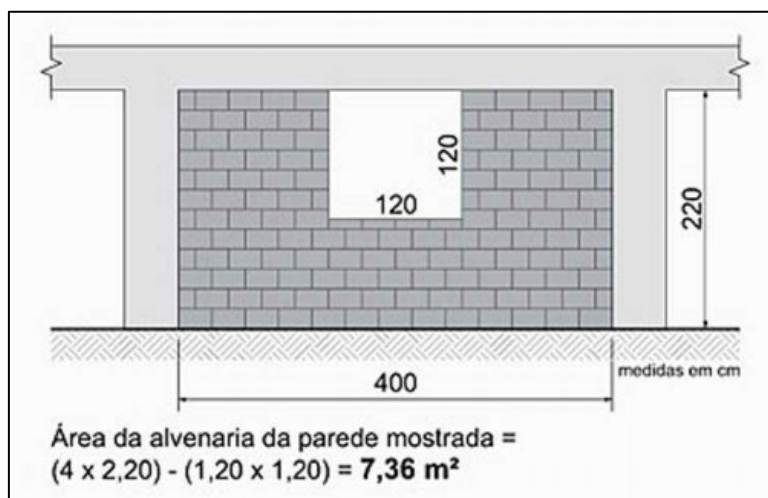
Dessa forma, para as mensurações das produtividades da mão de obra nesse trabalho, serão seguidas as medidas anteriormente descritas, contudo, com mais especificações que se

fazem necessárias em virtude do modelo de trabalho com a produtividade estratificada. Essas especificações serão abordadas na seção pertinente deste trabalho.

O terceiro aspecto a ser padronizado para a correta caracterização da RUP é a maneira de quantificar o serviço realizado. Muitas vezes, ao fazerem orçamentos de obras, os profissionais da área consideram medidas “brutas”, também chamadas “equivalentes”, ao levantar quantitativos de serviços. Contudo, na área da mensuração da produtividade, conforme Souza (2006), tal consideração não deve ser feita. Ao se falar em produtividade da mão de obra deve-se medir a quantidade de serviço considerando medidas “líquidas”.

Em se falando de alvenaria de vedação, o serviço a ser estudado neste trabalho, essa definição é de suma importância pois, elevação de alvenaria de vedação é um dos serviços onde a mensuração “bruta” ou “líquida” mais faz diferença. Segundo Souza (2006), deve-se descontar, totalmente, quaisquer vãos existentes na alvenaria avaliada. A Figura 5 mostra a maneira de calcular-se a área líquida de alvenaria realizada. Dessa forma, essa será a maneira adotada nas mensurações de áreas de alvenaria de vedação elevada na obra empregada para a coleta de dados deste trabalho.

Figura 5 – Cálculo da área líquida de alvenaria executada



Fonte: Souza (2006)

O quarto e último aspecto a ser padronizado para a correta caracterização da RUP é o intervalo de tempo ao qual a RUP se refere, ou seja, o período ao qual será associada uma RUP e, no qual será realizada a mensuração das entradas (homens e horas) e saídas (quantidades de serviço).

Dentre as possíveis caracterizações da RUP quanto ao período de análise, três são as mais relevantes e mais empregadas nos estudos da produtividade da mão de obra. São elas: RUP diária (RUP_d), RUP cumulativa (RUP_{cum}) e RUP potencial (RUP_{pot}).

Segundo Souza (2006), as três caracterizações temporais da RUP definem-se como:

- RUP diária (RUP_d): relativa ao dia de trabalho. Sendo, então, as entradas e as saídas medidas a cada dia útil de serviço, calculando-se a RUP de cada dia individualmente. Assim, tem a função de mostrar o efeito dos fatores de cada dia de trabalho sobre a produtividade da mão de obra;
- RUP cumulativa (RUP_{cum}): relativa a um período acumulado. Sendo as entradas e as saídas aquelas acumuladas desde o primeiro até o último dia do estudo. Dessa forma, a RUP calculada com essa característica tem a função de fazer perceber as tendências de longo prazo da produtividade da mão de obra, permitindo a suavização dos 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 cumulativa. Por isso, 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.

Objetivando-se a clareza e um exemplo prático de cálculo das RUPs segundo a caracterização temporal, a Tabela 3 foi elaborada supondo a execução da alvenaria de vedação em uma obra na qual o serviço realizado durou seis dias (dados fictícios).

Tabela 3 – Exemplo de cálculo da RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial

Dia	Homens-Horas (Hh)	QS (m ²)	RUP Diária (Hh/m ²)	Hh Cum. (Hh)	QS Cum. (m ²)	RUP Cum. (Hh/m ²)	Valores de RUP Diária < RUP Cum. Final (Hh/m ²)	RUP Pot. (Hh/m ²)
1	24	33,5	0,72	24	33,5	0,72	-	0,64
2	27	42,2	0,64	51	75,7	0,67	0,64	
3	25	28,8	0,87	76	104,5	0,73	-	
4	24	24,4	0,98	100	128,9	0,78	-	
5	21	36,5	0,58	121	165,4	0,73	0,58	
6	24	37,4	0,64	145	202,8	0,71	0,64	

Fonte: elaborado pelo autor, 2021

Estudado o conceito, como medir e todas as padronizações necessárias da produtividade da mão de obra, torna-se importante avaliar os fatores que a afetam, tanto de maneira geral, quanto especificamente no serviço de elevação de alvenaria de vedação.

2.1.4. Fatores que Afetam a Produtividade da Mão de Obra

Em cada obra da indústria da construção são diversos os fatores que podem ser influenciadores na produtividade da mão de obra. Segundo Adrian (1987 *apud* CARRARO, 1998), em virtude de a indústria da construção ser muito dependente da força de trabalho, não se deve ignorar os fatores que afetam a habilidade da mão de obra para produzir, como por exemplo: condições ambientais adversas; gerenciamento ao qual a obra está submetida; capacidade física para realização das tarefas.

Por outro lado, há, ainda, um importante fator que afeta o próprio emprego da produtividade nas obras no Brasil. Para Silva (1993 *apud* CARRARO, 1998), já que o setor da construção civil sempre foi visto como um absorvedor de mão de obra não qualificada no Brasil e a população sempre buscou o setor com vistas a reduzir os índices de desemprego, há um certo descompromisso quanto à utilização racional dos recursos envolvidos na construção. E, por essas razões, toda a análise de produtividade é em grande medida, deixada de lado, sendo muito mais empregada no setor da indústria seriada, por exemplo, onde a qualificação da mão de obra é maior.

Embora a maior dificuldade para o trabalho da produtividade no setor da construção civil do que em outros setores, são diversos os autores que, na busca por entender os fatores que afetam a produtividade no setor, apresentaram as considerações de seus estudos. Entre eles estão Herbazman e Ellis (1990), Thomas e Smith (1990). A Tabela 4 traz alguns dos fatores que afetam a produtividade da mão de obra na construção e que foram identificados pelos autores citados. A respeito dos fatores identificados pelos autores citados, e outros mais, Carraro diz que: “A identificação destes fatores é essencial pois representa o primeiro estágio rumo à melhora da eficiência dos processos construtivos. (CARRARO, 1998, p. 45).”

Tabela 4 – Fatores que afetam a produtividade da mão de obra

Autores	Fatores que afetam a produtividade identificados
Herbazman e Ellis (1990)	dados de projeto: tamanho, altura, número de elementos; propriedades dos materiais: especificações, qualidades; procedimentos e métodos construtivos adotados em cada serviço; equipamentos utilizados: na produção, no transporte; mão de obra: forma de contratação, treinamento; fatores sociais: relações patrão-empregado, relações com o supervisor da equipe.
Thomas e Smith (1990)	temperatura e umidade; eventos climáticos (neve, chuva, ...); trabalho fora de sequência; congestionamento, superpopulação e acessibilidade; retrabalho; supervisão inadequada; parâmetros de projeto (construtibilidade); gerenciamento dos materiais.

Fonte: elaborado pelo autor, 2020 adaptado de Carraro, 1998

2.1.5. Fatores que Afetam a Produtividade da Mão de Obra no Serviço de Alvenaria

Muitos foram os estudos que buscaram identificar os fatores que afetam a produtividade da mão de obra no serviço de marcação e elevação de alvenaria. Porém, segundo Sanders e Thomas (1991), existem, basicamente, quatro inadequações que comprometem parcialmente os resultados obtidos de tais estudos. Essas são elencadas a seguir:

- Exame feito sobre um único fator. O exame de um fator influenciador isoladamente limita a aplicabilidade dos estudos;
- Pré-concepção de quais fatores afetariam a mão de obra nesse serviço e, portanto, quais deveriam ser estudados. Aspecto limitante dos possíveis fatores encontrados;
- Consideração apenas da produtividade cumulativa (aquela relativa a um período acumulado de mensuração). Isso impede o controle diário da produção;
- Emprego de procedimentos não padronizados. O que gera análises e dados dúbios, distorcidos.

Conscientes que estavam desses problemas de mensuração da produtividade, Sanders e Thomas (1991) desenvolveram uma pesquisa na qual, valendo-se de uma metodologia padronizada, mediram e avaliaram a produtividade da mão de obra no serviço de alvenaria em 11 obras de diferentes tipologias. As conclusões dessa pesquisa estão resumidas na Tabela 5. Esse quadro também traz os resultados obtidos por outros autores que nas particularidades das suas pesquisas puderam identificar outros fatores que afetam a produtividade da mão de obra ao se falar no serviço de marcação e elevação de alvenaria.

Tabela 5 – Fatores que afetam a produtividade na execução de alvenaria

Autores	Conclusões quanto a produtividade da mão de obra no serviço de alvenaria
Sanders e Thomas (1991)	A produtividade pode aumentar em até 30% quando se trabalha em pavimentos repetitivos; Paredes com um desenho complicado podem piorar a produtividade em até 40%; Dificuldades na entrega dos materiais e no acesso e movimentação às áreas de trabalho influem negativamente na produtividade; Paredes com poucas aberturas e poucos cantos melhoram bastante a produtividade; Influências de efeitos do clima (temperatura e umidade) não foram concludentes e contradisseram estudos anteriores.
Serra e Tamai (1996)	A dimensão dos blocos, o número de interseções entre paredes, os tipos quantidades e áreas dos vãos são fatores que influem sobre a produtividade.
Obata e Ruiz (1996)	Fatores de organização da produção como, por exemplo, a não simultaneidade de serviços de alvenaria e instalações elétricas e hidráulicas são fatores que influem sobre a produtividade.
Lordsleem Jr. (1998)	Fatores como planejamento inadequado do transporte vertical, trabalho fora da sequência e conturbações nas relações patrão-empregado afetam a produtividade.
Gutschow et a. (1997)	Fatores como o tamanho da equipe (serventes além do necessário), maior exigência por parte da gerência, maiores exigências de qualidade do serviço (prumo, alinhamento, ...), falta de materiais, entre outros, afetam a produtividade da mão de obra.
Thomas et al. (1992)	Diversos fatores que prejudicaram a produtividade no serviço de alvenaria foram identificados: rotatividade dos bons trabalhadores; mão de obra mal treinada; paredes com muitos cantos e/ou cortes; empreendimento mal organizado e mal supervisionado; práticas inconvenientes de estocagem e distribuição de materiais; interferências e trabalho fora de sequência; equipes muito numerosas; anormalidades tem um efeito terrível de piora da produtividade.

Fonte: elaborado pelo autor, 2020 adaptado de Carraro, 1998

2.2. Modelo dos Fatores

Em se falando do estudo da produtividade da mão de obra na construção civil, Carraro (1998) sintetiza que muitos são os modelos teóricos, as formas de medição, os estudos sobre os fatores que afetam o resultado da mensuração e as abrangências dos estudos. Dessa forma, embora uma vasta quantidade de variantes permita uma boa liberdade de escolha do método a se adotar em uma pesquisa da área, por outro lado, a maior parte das conclusões obtidas não são unânimes e os resultados não podem ser considerados como absolutos.

Há, ainda, outro fator importante. Através das consultas realizadas a vários estudos, Carraro (1998) afirma que os valores existentes sobre a produtividade da mão de obra, especificamente para o serviço de marcação e elevação de alvenaria, possuem grandes diferenças entre si. Essa diferença chega a, por exemplo, 465% dentro de um mesmo estudo de referência da área.

É nesse cenário que é proposto por Thomas e Yiakoumis (1987) o chamado Modelo dos Fatores. Um modelo de medição e análise da produtividade da mão de obra que foi, desde o início, pensado para a construção civil. Segundo Martins (2013), o modelo dos fatores veio revolucionar a avaliação da produtividade na construção.

Carraro (1998) assinala como bases desse modelo, as seguintes características:

- o foco na produtividade da mão de obra da equipe;
- possibilidade de consideração dos efeitos da aprendizagem;
- possibilidade de inclusão de vários fatores que podem ser mensurados.

Para Martins (2013), o objetivo do modelo está mais concentrado no verdadeiro entendimento dos índices de produtividade e não na sua simples apropriação em obra. Sendo por isso que, segundo o autor, a aplicação do modelo permite uma análise mais detalhada e vasta de todas as possíveis variáveis que possam afetar o processo construtivo.

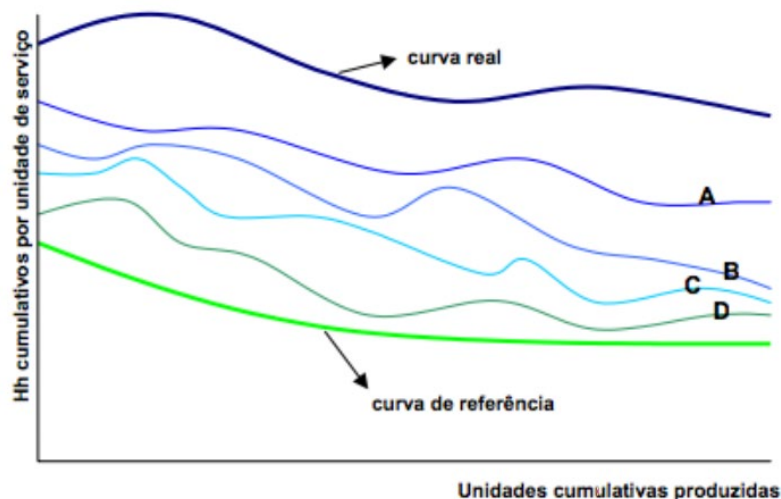
Alguns dos benefícios do método são trazidos por Carraro (1998) e elencados a seguir:

- Visto que relaciona as entradas com as saídas, permite extrair conclusões quanto à eficiência na transformação de recursos em produtos;
- Permite a análise do comportamento de todo o grupo de operários envolvido no serviço, inclusive, da sua organização para o trabalho;
- Tem frequência de coleta diária, possibilitando a gestão de obra ainda durante a execução dos serviços.

A respeito do funcionamento do método, Thomas e Yiakoumis (1987 *apud* MARTINS, 2013) explicam que a teoria na qual se ancora o modelo, assume que o trabalho de uma equipe pode ser afetado por vários fatores de forma aleatória ou sistemática. A consideração de todos os fatores que afetam, em cada caso, o trabalho da equipe, gera uma curva de produtividade, cuja interpretação é complicada devido à sua irregularidade. No entanto, quando são retirados dessa curva os fatores que tiveram influência no trabalho, é possível obter uma curva que revela a produtividade referência, possível de obter em condições ótimas de trabalho. A Figura 6 apresenta um gráfico ilustrativo do modelo, sendo que, na figura, cada curva é caracterizada da seguinte maneira:

- Curva real: Representa uma medição hipotética efetuada em campo;
- Curvas A, B, C, D: Representam curvas de produtividade obtidas através da subtração de vários fatores introduzidos por condições distintas das condições de referência;
- Curva de referência: Representa a produtividade do serviço sem a influência dos fatores.

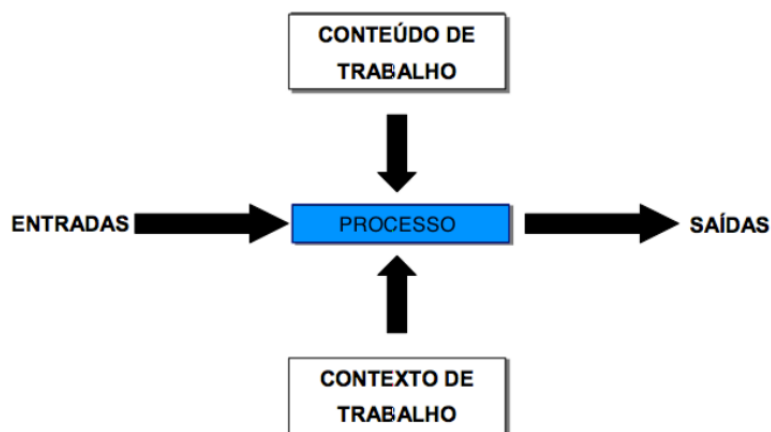
Figura 6 – Representação gráfica do modelo dos fatores



Fonte: Martins (2013)

Embora se possa enumerar uma vasta quantidade de fatores que influenciam na execução das tarefas, Souza (2006) agrupa-os em dois grupos. São eles: “conteúdo do trabalho” (projeto e especificação) e “contexto do trabalho” (tipo do terreno, clima, características do gerenciamento). A Figura 7 traz uma ilustração da ação desses fatores na execução dos serviços na construção civil.

Figura 7 – Grupos de fatores que afetam a produtividade da mão de obra na construção civil



Fonte: Martins (2013, adaptado de Thomas e Sakarcan, 1994)

Para Oliveira (2014), o Modelo dos Fatores é a melhor ferramenta atualmente disponível para o estudo dos fatores influenciadores da produtividade. Todavia, mesmo com um modelo desenvolvido para o setor e com todas as características positivas mencionadas, ainda falta a solução de um ponto importante, o qual foge ao escopo de trabalho do Modelo dos Fatores. Esse ponto pode ser levantado com as seguintes perguntas: um valor mais baixo de RUP reflete

necessariamente uma situação melhor do que um valor de RUP mais elevado? Se duas equipes, de igual número de operários, trabalharem o mesmo período e produzirem quantidades de serviço diferentes, é possível de se afirmar que a equipe que produziu mais teve maior desempenho?

Justamente por trazer o tema desempenho, e não unicamente a questão produtividade, que se pode ver a limitação deste modelo e das demais análises até aqui apresentadas. Isso ocorre pois, em se falando de desempenho, as características do trabalho executado na maior das suas especificidades devem ser consideradas. Por isso, no próximo capítulo, será feita a explicação do modelo de análise da produtividade da mão de obra denominado Produtividade Estratificada, o qual, como previamente mencionado, será o empregado neste trabalho.

2.3. Produtividade Estratificada

2.3.1. O Conceito do Método

De maneira geral, a produtividade vem sendo motivo de preocupação na Indústria da Construção Civil e nas universidades do brasileiras. Segundo Oliveira (2014), muitas das construtoras no Brasil estão buscando sistematizar um acompanhamento da produtividade. Para isso, estão usando as informações das suas experiências práticas e dos seus bancos de dados de orçamentos realizados. Com isso, o intuito é angariar informações e permitir a gestão de empreendimentos futuros.

Na busca do entendimento e sistematização da produtividade, Walter (2018) diz que, em especial entre 1996 e 2006, muitos trabalhos foram feitos sobre a produtividade da mão de obra. Exemplos desses são os estudos realizados por Araújo (2000) e Librais (2001), os quais abordavam a eficiência da mão de obra em diversos serviços. Trabalhos como os desses dois autores tinham como foco a definição da RUP e de seus fatores influenciadores, como: forma de pagamento; falta de materiais; efeito aprendizagem; entre outros.

É, então, a partir dos trabalhos realizados nesse período mencionado, que se dará a evolução no estudo da produtividade. Segundo Walter (2018), isso irá ocorrer através de uma nova visão sobre o tema, que passará a aliar ao que vinha sendo estudado, a questão da qualidade da utilização do tempo da mão de obra durante o dia de trabalho.

De acordo com Araújo et al. (2012 *apud* WALTER, 2018), para além do foco dos trabalhos anteriores, é necessário o entendimento das características das atividades efetuadas pelo operário no tempo disponível de trabalho para a execução dos serviços. Isso ocorre pois, ao longo dos diversos instantes de um dia de trabalho, o operário pode não estar diretamente

envolvido na execução do serviço ao qual está designado a fazer, mas pode sim, estar realizando outras atividades. Atividades essas que podem ser complementares ao serviço a ser executado, ou, até mesmo, que não interferem no serviço ao qual ele está designado.

Também para outros autores, o entendimento das características das atividades se faz necessário. Segundo Oliveira (2014), os indicadores de produtividade da mão de obra apresentados nos trabalhos desenvolvidos até então representavam o valor geral da produtividade associado a um dia de trabalho ou ciclo de serviço, independentemente da natureza das atividades desenvolvidas pelos operários. Esse indicador global indica apenas um valor médio de produtividade, que pode não ser preciso e de difícil interpretação.

Para Martins (2013), a real dificuldade dos modelos até então propostos não é conseguir apresentar o valor, mas sim, conseguir explicá-lo, identificando claramente de onde são provenientes as perdas de produtividade e as razões que as impulsionaram. Além da dificuldade inerente a esses modelos: conseguir destacar claramente o impacto de cada um dos fatores, já que eles variam constantemente.

Todavia, atualmente, toda essa problemática pode ser confrontada com uma especial ferramenta de trabalho. Foi com base metodológica no Modelo dos Fatores que uma pesquisa realizada por duas universidades entre 2006 e 2007 (Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ e a Universidade Estadual do Rio de Janeiro - UERJ), fez culminar o conceito de “estratificação da produtividade”. De acordo com Oliveira (2014), a pesquisa envolveu uma empresa petrolífera brasileira e teve como objetivo fazer a gestão da produtividade em seus canteiros de obras. Ela buscou demonstrar e quantificar as causas da ineficiência na utilização de mão de obra através de uma, até então, nova forma de tratar o indicador de produtividade da mão de obra (RUP). A pesquisa fez isso através do estabelecimento de um monitoramento fracionado do tempo disponível para o trabalho da mão de obra, contribuindo para a gestão de prazos em projetos de construção.

Dessa forma, em virtude das suas características e funcionamento, o modelo resultante dessa pesquisa será denominado de Produtividade Estratificada neste trabalho. E, basicamente, segundo Oliveira (2014), a Produtividade Estratificada é o método onde se realiza a mensuração da produtividade da mão de obra em frações relacionadas às atividades da equipe de execução, classificadas em categorias de ocupação da mão de obra, dentro do período disponível para o trabalho. Ou seja, através do emprego dessa metodologia, fraciona-se o tempo disponível do operário no canteiro de obras em relação a como é empregado esse tempo na execução de atividades mais específicas, relacionadas diretamente, ou não, com o serviço a ser executado.

De acordo com Martins (2013), o objetivo da Produtividade Estratificada é garantir a análise detalhada da produtividade da mão de obra, permitindo a identificação das atividades que prejudicam os valores dos indicadores de produtividade e propondo, finalmente, medidas mitigadoras para elas. Assim sendo, o uso dessa metodologia permite um amparo em dados que expressam verdadeiramente o uso do tempo do operário em canteiro, possibilitando o emprego de soluções específicas para problemas de, por exemplo: atrasos na liberação de frentes de serviço; atrasos na própria execução de serviços; discordâncias entre planejado e realizado.

2.3.2. O Método

Já que, conforme exposto na seção 1.1, para Souza (2006), se uma obra tem projeto, equipamentos e materiais que sejam mais ou menos favoráveis à boa produtividade, é preciso que se extraia o máximo das condições vigentes dessa obra, ressalta-se a importância do entendimento de um bom método para mensurar e justificar a produtividade da mão de obra. Uma das melhores sínteses do método da Produtividade Estratificada, como também a sua apresentação em etapas, foi feita por Martins (2013) e é apresentada na Figura 8.

Figura 8 – Etapas do método da Produtividade Estratificada



Fonte: Martins (2013)

As seguintes subseções deste trabalho tratarão de detalhar cada uma das etapas apresentadas na Figura 8.

2.3.3. Planejamento da Avaliação

De acordo com Araújo et al. (2012), a única condição para a efetiva implementação da Produtividade Estratificada é que as entradas e as saídas estejam claramente identificadas e elencadas de tal modo que sejam suscetíveis de serem rastreadas. Portanto, tanto na etapa de Planejamento da Avaliação quanto na de Avaliação da Produtividade Estratificada, deve-se atentar com afinco aos detalhamentos pertinentes à mensuração.

É de pertinência dessa etapa fazer-se, primeiramente, a escolha do âmbito do trabalho analisado. Para Martins: “em primeiro lugar define-se o objeto físico que vai ser construído, seguindo depois para a definição da tarefa que garante parte da sua composição total e terminando na definição da medida adotada para as unidades de saída (ou quantidade de serviço executada). (MARTINS, 2013, p. 54).”

O planejamento da avaliação do serviço acompanhado na obra deste trabalho será feito na seção de metodologia, seguindo as orientações aqui propostas.

2.3.4. Avaliação

Segundo Martins (2013), é nesta fase que é feita a especificação da maneira a ser executado o acompanhamento da avaliação em campo. Para Oliveira (2014), nessa etapa é feita a escolha aleatória da equipe de trabalho, concentrando o foco na mão de obra e nas suas atividades individuais dentro do tempo disponível para o trabalho. Martins (2013) elenca os seguintes dados de campo a serem levantados:

- Homens-Hora gastos (Hh);
- Quantidade executada de serviço (QS) durante o período estabelecido para a medição;
- Conteúdo de trabalho, 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).

Para Oliveira: “o modelo foi desenvolvido com intuito de ser aplicado em qualquer tipo de serviço e em vários tipos de obras, fazendo com que seus resultados sejam eficientes a partir da minuciosa coleta dos dados e tratamento dos mesmos. (OLIVEIRA, 2014, p. 74).” Dessa forma, torna-se importante saber, para além dos dados a serem levantados em campo e citados anteriormente, algumas definições que permitam o próprio funcionamento do método da Produtividade Estratificada.

De acordo com Araújo et al. (2012), já que os operários conduzem diversas atividades ao longo de um dia de serviço, o rastreamento do tempo empregado em cada uma delas se torna a principal premissa para o rastreamento das horas no método da Produtividade Estratificada. Assim, ao invés do rastreamento de somente “horas disponíveis”, as “horas gastas por atividade” são rastreadas. Essa proposta é o principal direcionador para a aplicação do conceito da estratificação da produtividade.

Outro ponto necessário para o método é, segundo tais autores, a obrigatoriedade da definição prévia das atividades. Isso permite que o observador de campo, aquele que realiza a coleta dos dados, possa registrar os dados respeitando as classes de atividades existentes. Aliás, é sobre as classes de atividades que segue a explicação do método.

Tendo isso em vista, segundo Araújo et al. (2012), gerou-se uma estrutura analítica de atividades, a qual tem como objetivo estruturar e padronizar o rastreamento das horas gastas por atividade. Araújo et al. (2012) a nomeiam como “*Activity Analytical Structure*” e doravante neste trabalho será denominada Estrutura Analítica de Ocupações.

A Estrutura Analítica de Ocupações é uma ferramenta de estratificação do trabalho que considera as atividades passíveis de serem identificadas pelo observador de campo, ou seja, as atividades comuns a um dia de trabalho. Ela é estruturada como uma árvore hierárquica que vai desde a atividade mais geral até a mais específica.

Dessa forma, o próximo passo para o desenvolver do método é a própria construção da Estrutura Analítica de Ocupações. Para isso, é importante ressaltar que deve ser considerado o serviço em específico que será observado em campo, pois ele tem influência na estrutura dessa árvore hierárquica, principalmente nos seus níveis mais específicos.

É com essas considerações que Araújo et al. (2012) identifica os alvos do desenvolvimento da Estrutura Analítica de Ocupações:

- Respeitar o primeiro nível de ocupações (ID1), composto por 7 classes de atividades (explicitadas posteriormente) que são a base para qualquer procedimento produtivo que seja monitorado;
- Decompor o ID1 em outros níveis de ocupações (ID2, ID3, ..., IDn) com o objetivo de identificar as atividades mais específicas desenvolvidas pela mão de obra;
- Facilitar o entendimento das sequências das atividades de um dia de trabalho servindo como ferramenta de comunicação.

Martins (2013) explica que o primeiro nível de ocupações diz respeito às atividades mais gerais. Segundo o autor, esse nível é composto por sete classes de atividades, as quais foram definidas e delimitadas em um período de dois anos de trabalho. Esses dois anos se referem ao período da pesquisa anteriormente citada, aquela que fez culminar o conceito de “estratificação da produtividade”.

Ao longo desses dois anos, realizaram-se aplicações do método em campo e discussões com especialistas, e assim, como mencionado, foram estabelecidas as sete classes de atividades, completamente validadas. Por esse motivo, serão as classes utilizadas para o primeiro nível de ocupações deste trabalho. As sete classes de atividades do ID1 são explicitadas na sequência:

- **Apoio** – Qualquer atividade que sirva de apoio à atividade principal;

- **Exigências do cliente** – Atividades de controle da conformidade do pessoal exigida pelo contratante;
- **Deslocamentos** – Tempo gasto em deslocações dentro do canteiro de obras sem contabilizar o transporte de materiais à mão de obra;
- **Paralisação** – Espera na preparação do local de execução da atividade ou serviço no canteiro de obra, equipamentos, materiais, atividades precedentes, entre outros;
- **Equipamentos** – Mobilização de materiais e equipamentos;
- **Atrasos** – Atrasos de qualquer natureza dentro do canteiro de obras;
- **Trabalho direto** – Todos os esforços feitos pela mão de obra no intuito de executar a atividade ou serviço para a qual foram destacados no canteiro de obras.

Quanto ao segundo nível de ocupações, ele sofre um detalhamento em relação ao primeiro (ID1) adquirindo características particulares das atividades executadas. Ou seja, as primeiras sete classes de atividades são subdivididas em classes secundárias, as quais ganham características particulares de acordo com o processo de construção. Segundo Oliveira (2014), o detalhamento da Estrutura Analítica de Ocupações se dá até que se alcance uma atividade terminal, ou seja, a partir da qual não há mais especificações de trabalhos a serem feitas.

Todavia, embora as classes de atividades para as quais as primeiras sete se subdividam possuam as suas particularidades em função do serviço ao qual se referem, para Araújo et al. (2012), uma vez que a Estrutura Analítica de Ocupações está definida ela não deve mais ser alterada, para que se evitem dificuldades em futuras comparações de produtividade. A Estrutura Analítica de Ocupações deve ser documentada e preservada pela empresa ou pessoa que realizou a mensuração da produtividade da mão de obra pelo método da Produtividade Estratificada.

Neste trabalho, o detalhamento das classes dos demais níveis de ocupação que o método emprega, serão feitos para atender às especificidades das atividades envolvidas no serviço de execução de alvenaria de vedação, serviço que será acompanhado in loco e que terá sua produtividade analisada através do método da Produtividade Estratificada.

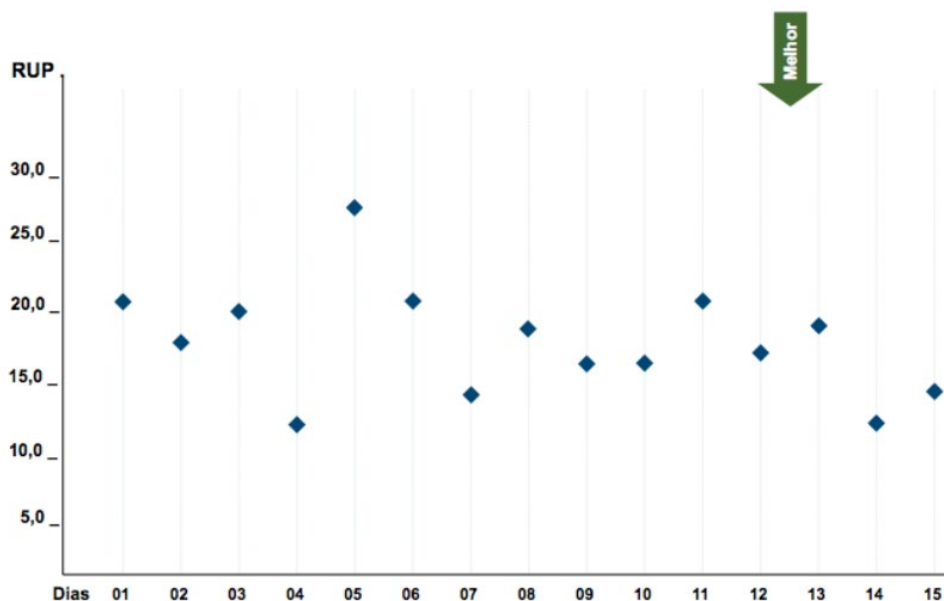
2.3.5. Processamento de Dados

Com o devido tratamento dos dados apropriados na etapa anterior, podem ser gerados vários resultados, principalmente gráficos. Para Martins (2013), esses resultados fornecem um conjunto de informações muito valioso para a posterior análise da situação do canteiro de obras. Por exemplo, uma ótima análise que a coleta dos dados pelo método da Produtividade Estratificada permite é a evidenciada na comparação entre a Figura 9 e a Figura 10.

A Figura 9 apresenta os dados de RUPs diárias coletadas em obra para um determinado serviço. Através da observação dessa figura, a única inferência que pode ser feita é quanto à maior ou menor produtividade de um dia de serviço em relação a outro. É evidente a falta de maiores informações para a tomada de decisões que visem o aumento de produtividade da equipe da obra.

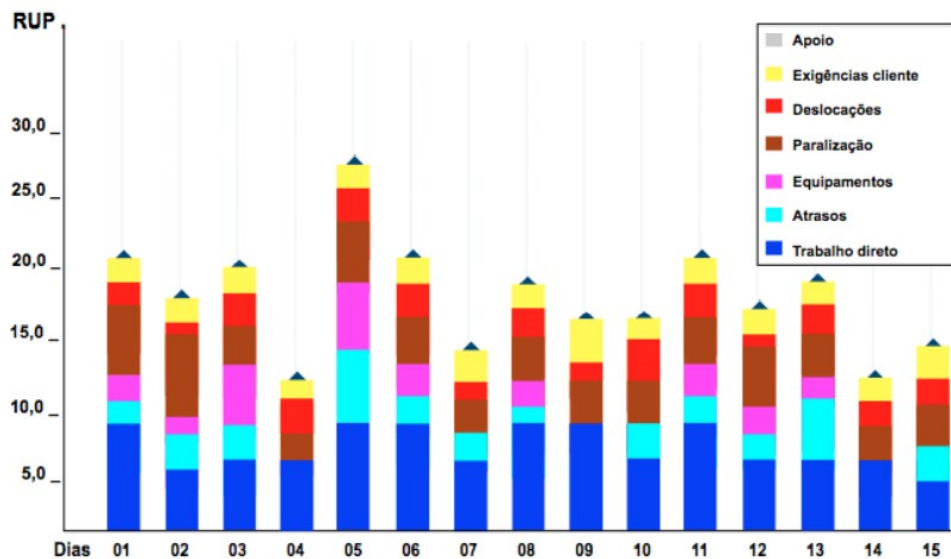
A Figura 10 também apresenta dados de RUPs diárias coletadas em obra para um determinado serviço. Todavia, esses dados foram coletados pelo método da Produtividade Estratificada. Por isso, o resultado apresentado pelo gráfico mostra a produtividade por classe de atividade do primeiro nível de ocupações (lembrando-se que todas as sete classes do ID1 foram explicitadas anteriormente). Assim, é possível de se fazer muitas outras inferências a partir da observação do gráfico, por exemplo, a de que todos os dias do levantamento mostram tempo da equipe dispendido na classe Paralisação. Ou seja, a equipe está perdendo em produtividade, todos os dias, em virtude de espera por razões como: equipamento; material; atividades precedentes; entre outras.

Figura 9 – Representação gráfica de RUP diária



Fonte: Carvalho et al. (2011)

Figura 10 – Representação gráfica de RUP diária mensurada pela Produtividade Estratificada

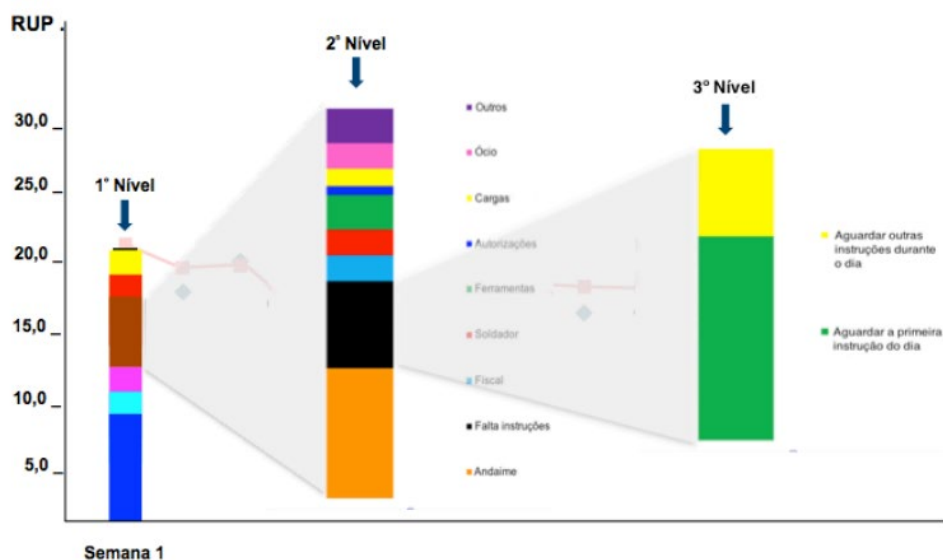


Fonte: Carvalho et al. (2011)

Pode-se, ainda, ressaltar que inferências mais específicas podem ser feitas a partir de outros gráficos gerados pelos dados coletados com o emprego da Produtividade Estratificada. Por exemplo, podem-se gerar gráficos dos demais níveis de ocupações. Através deles poderia se identificar, por exemplo, qual a principal causa das paralisações já identificadas como prejudiciais ao desempenho da equipe de obra. Seria a falta de instruções? Ou espera pelo uso de ferramenta ou equipamento? Ou, ainda, a espera pela finalização de atividades predecessoras?

A Figura 11 apresenta a decomposição dos níveis de ocupações, indicando a relação hierárquica e em árvore anteriormente descrita. Pode-se perceber o alto nível de detalhamento em que é possível acompanhar as atividades de um determinado serviço em obra, sejam elas da própria execução do serviço, secundárias ou, até mesmo, que não interferem no serviço ao qual a mão de obra está alocada. Esse detalhamento permite a adoção futura de uma série de medidas que visem o aumento da produtividade das equipes de obra.

Figura 11 – Representação gráfica da hierarquia dos níveis de ocupações



Fonte: Carvalho et al. (2011)

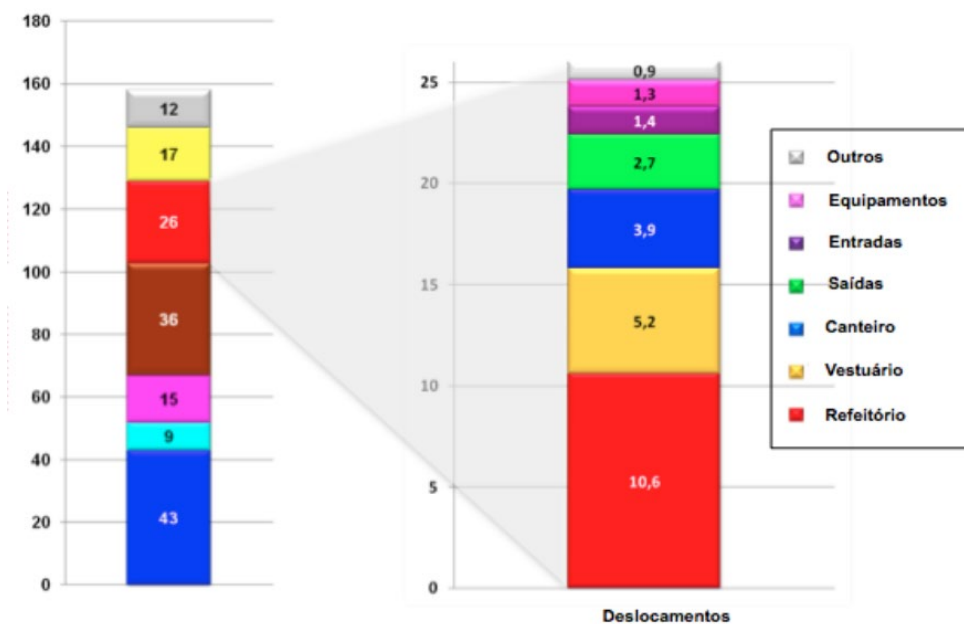
2.3.6. Análise de Resultados

Segundo Martins (2013), nessa etapa do método, são analisados todos os resultados obtidos. Nela se consideram todas as informações de contexto e conteúdo reunidas pelo observador de campo na etapa de avaliação. Essas informações são dois dos cinco conjuntos de dados a serem levantados pelo observador de campo, conforme apresentado previamente na etapa de Avaliação do método. Ainda segundo o autor, a finalidade da análise é a posterior apresentação de medidas mitigadoras que, quando aplicadas, consigam modificar os valores de produtividade obtidos.

Uma breve exemplificação da análise dos resultados obtidos pelo método foi feita anteriormente no texto da etapa de Processamento de Dados. Nesta seção, será dada uma ênfase maior ao processo de análise através da aplicação de um exemplo de análise de resultados.

É a partir do resultado gráfico do método apresentado na Figura 12 que será desenvolvida a análise de resultados sobre uma atividade genérica.

Figura 12 – ID1 e ID2 de resultado gráfico obtido pela Produtividade Estratificada para uma atividade genérica



Fonte: Carvalho et al. (2011)

A Figura 12 apresenta a estratificação da classe de atividade Deslocamentos do ID1 em outras sete classes de atividades (ID2). Essas são:

- Outros – deslocamentos por outras razões;
- Equipamentos – deslocamentos de equipamentos;
- Entradas – entradas no canteiro de obras;
- Saídas – saídas do canteiro de obras;
- Canteiro de Obras – deslocamentos dentro do canteiro de obras;
- Vestuário – deslocamentos até os vestiários;
- Refeitório – deslocamentos até o refeitório.

Através da observação das classes de atividades do ID2, percebe-se o maior dispêndio de tempo nas atividades de deslocamentos aos vestiários e aos refeitórios. Se, através de medidas mitigadoras a serem propostas, for possível reduzir pela metade o tempo gasto pelos funcionários nesses dois deslocamentos, atingir-se-ia uma melhora de produtividade da mão de obra para o serviço genérico desse caso de incríveis 5%. Esse valor de melhora de produtividade tem seu cálculo indicado na Equação 2.

$$\Delta RUP = \frac{\frac{5,2}{2} + \frac{10,6}{2}}{43+9+15+36+26+17+12} \quad (2)$$

$$\Delta RUP = \frac{2,6+5,3}{158}$$

$$\Delta RUP = 5\%$$

Na medida em que as causas de uma produtividade abaixo da desejada já foram identificadas, faz-se necessário o apontamento de possíveis medidas mitigadoras para melhorar a eficiência dos trabalhadores no serviço. Algumas dessas são apresentadas a seguir:

- Execução de melhorias nas condições de circulação dentro do canteiro de obras, estudando melhor a sua organização e as mudanças a serem feitas ao longo do período de obra;
- Alocação de maior número de vestiários na obra, dispondo-os em locais estratégicos;
- Modificação da locação do refeitório no canteiro ao longo da obra, visando a sua aproximação às frentes de serviço.

2.3.7. Comunicações de Resultados e Ações

Para Martins (2013), na apresentação dos resultados e das ações é muito importante ter uma base de dados recolhidos em obra, pois isso permite uma leitura da evolução da produtividade, podendo, assim, provar a eficiência, ou não, das medidas mitigadoras que foram devidamente adotadas.

Na medida em que houver tempo hábil dentro do prazo de execução deste trabalho, buscar-se-á implementar as medidas mitigadoras levantadas ao longo da análise dos resultados obtidos. Implementadas na obra deste trabalho, serão avaliados os seus retornos, ou seja, o ganho de eficiência que trarão, ou não, à execução das alvenarias de vedação da obra.

Além disso, segundo Martins (2013), nesta última etapa do método é normalmente feita uma apresentação das maiores dificuldades enfrentadas ao longo da sua aplicação. Dificuldades essas relativas a conseguir avaliar:

- a produtividade;
- os benefícios das medidas implementadas;
- os custos envolvidos na aplicação do método;
- os próximos passos, no sentido de melhorar a aplicação do modelo de estratificação.

A apresentação das dificuldades encontradas também será feita para este trabalho, com o objetivo principal de servir de orientação à condução de trabalhos futuros que empreguem o método da Produtividade Estratificada.

2.4. Alvenaria de Vedação

2.4.1. Conceituação

Da mesma maneira que se iniciou o assunto “produtividade”, é necessária a definição precisa dos termos adotados nessa seção para o reto entender e para o desenvolvimento pleno deste trabalho. Assim sendo, segundo Sabbatini (1984), alvenaria é um termo empregado para designar um componente complexo, utilizado na construção civil. Esse componente é conformado em obra e é constituído por tijolos, ou blocos, unidos entre si por juntas de argamassa, formando um conjunto final que é rígido e coeso.

Percebe-se também a necessidade da conceituação do termo que caracteriza a alvenaria analisada neste trabalho – vedação. Conforme explica Massetto et al. (2000), na medida em que se caracteriza alvenaria como alvenaria de vedação, admite-se que as paredes assim caracterizadas atuam somente como vedo. Ou seja, segundo o autor, as alvenarias de vedação, em tese, não devem contribuir como suporte frente aos esforços solicitantes da edificação, mas deve sim, apenas resistir às cargas acidentais, como vento e choques ocasionais, além, certamente, de seu próprio peso.

Walter (2018) afirma que, no Brasil, as edificações mais comumente construídas são propriamente as com o sistema de vedo sendo a alvenaria de vedação. Nesses casos, o sistema de alvenaria de vedação é acompanhado por elementos estruturais de concreto armado reticulados, os quais constituem o sistema que exerce a função de resistir aos carregamentos atuantes e redistribuir os esforços. Percebe-se, assim, que a caracterização “de vedação” se apresenta como uma diferenciação frente aos casos nos quais a alvenaria exerce também função estrutural à edificação.

De qualquer forma, faz-se necessária uma maior especificação quanto ao elemento resultante de um trabalho de alvenaria. Sabbatini (1984) define que parede de alvenaria é um elemento de alvenaria vertical, de formato laminar, utilizado como vedo externo ou divisória interna em edificações. Neste trabalho, as paredes de alvenaria serão, por vezes, denominadas unicamente por paredes.

2.4.2. Execução de Paredes de Alvenaria de Vedação

A fim de tratar de todos os aspectos e etapas que caracterizam a execução de uma ou mais paredes de alvenaria de vedação, apresenta-se previamente uma imagem do processo de execução em andamento Figura 13.

Figura 13 – Execução de alvenaria de vedação



Fonte: Autoria própria (2021)

A execução da alvenaria de vedação segue, de uma maneira geral, uma mesma sequência de etapas. Essas visam a obtenção do produto acabado com qualidade, ou seja, uma parede de alvenaria de vedação elevada no prumo, no alinhamento, rígida, com espessura adequada de argamassa de assentamento, entre outros requisitos de qualidade que se visa atingir.

Com a finalidade da execução propriamente dita, Araújo (2000) apresenta uma enumeração e um ordenamento de nove etapas necessárias a esse processo:

1. Chapisco sobre a estrutura de concreto armado que ficará em contato com a parede finalizada (exceto na área sob a parede a ser elevada) (Figura 14);

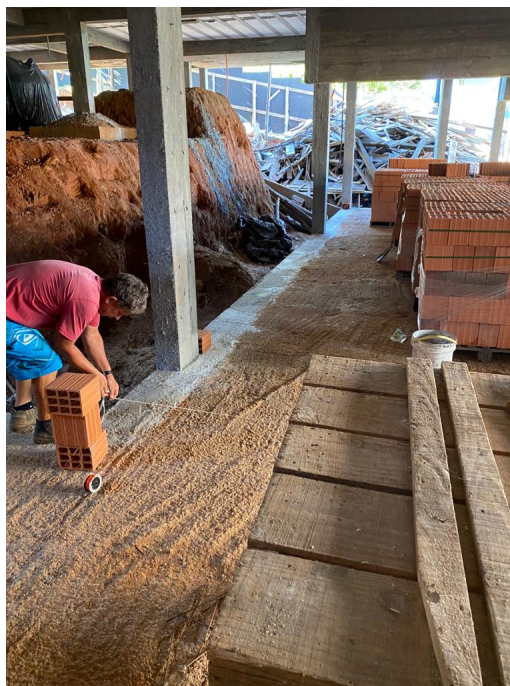
Figura 14 – Chapisco sobre a estrutura



Fonte: Autoria própria (2021)

2. Identificação do ponto mais alto da laje, que será tomado como nível de referência para a definição da cota da primeira fiada;
 - a. Observação: na obra objeto de estudo deste trabalho, essa etapa não foi realizada, muito em virtude de a laje sob a parede ter sido concretada com alta planicidade.
3. Definir a posição planimétrica das paredes a partir dos eixos principais (Figura 15), garantindo:
 - a. o alinhamento de cada parede individualmente;
 - b. o esquadro entre as paredes;
 - c. as dimensões dos ambientes.

Figura 15 – Definição da posição planimétrica



Fonte: Autoria própria (2021)

4. Assentamento dos blocos da fiada de marcação (Figura 16);

Figura 16 – Marcação da parede



Fonte: Autoria própria (2021)

5. Execução das galgas das fiadas nas faces dos pilares laterais à parede para a fixação dos ferros-cabelo ou amarração semelhante (Figura 17);

Figura 17 – Amarração lateral com pilar



Fonte: Autoria própria (2021)

6. Provisão de blocos e argamassa no andar em que se está executando o serviço (Figura 18);

Figura 18 – Provisão de blocos



Fonte: Autoria própria (2021)

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 (Figura 19);

Figura 19 – Elevação da parede



Fonte: Autoria própria (2021)

8. Execução de vergas e contra-vergas nos vãos das esquadrias (Figura 20);

Figura 20 – Vergas e contra-vergas



Fonte: Autorial própria (2021)

9. Execução da fixação (normalmente executada bastante tempo depois do assentamento das fiadas) (Figura 21).

Figura 21 – Fixação da parede



Fonte: Autorial própria (2021)

As nove etapas para a execução de uma parede de alvenaria de vedação apresentadas nesta seção do trabalho foram as etapas seguidas na obra objeto de estudo deste trabalho – com a ressalva da etapa de número dois, a qual não foi feita por motivos já mencionados previamente.

Além disso, todas as imagens utilizadas na ilustração das nove etapas são fotos tiradas na obra objeto de estudo deste trabalho durante a medição do serviço e, portanto, ilustram exatamente o processo desenvolvido nesta obra objeto de estudo. Demais caracterizações quanto às especificidades da obra deste estudo são apresentadas na seção 4 deste trabalho.

2.4.3. Características da Execução das Alvenarias De Vedação pelo Método Tradicional

Ainda não foi tratado neste trabalho a conceituação do que seria o método tradicional da execução de alvenarias de vedação e nem a sua diferenciação para o chamado método racionalizado. De qualquer forma, o chamado método tradicional consiste basicamente na execução de paredes de alvenaria pelas etapas apresentadas na seção anterior deste trabalho, onde, segundo Rodrigues (2013), as paredes de alvenaria construídas por esse método são um tipo de elemento de vedação rudimentar elevadas em obra sem a utilização de um projeto de alvenaria.

Nesse modelo tradicional de construção das paredes, as soluções construtivas são improvisadas durante a execução dos serviços. A obra objeto de estudo deste trabalho teve a execução das suas paredes de alvenaria sendo feita pelo método tradicional, apresentando, assim, as características que o método traz e que serão apresentados nesta seção do trabalho.

Por outro lado, a forma tradicional se diferencia de outra que se desenvolveu com vistas a aumento de produtividade e qualidade, a chamada alvenaria de vedação racionalizada. Essa forma racionalizada segue basicamente as mesmas etapas construtivas que o sistema convencional, e elencadas na seção anterior deste trabalho. Todavia, de acordo com Moretti (2016), apresenta um diferencial imprescindível que é a execução a partir de um projeto de modulação. Também possui certas características, como as elencadas pelo autor:

- Método que exige um projeto de modulação dos blocos, sendo necessário também a compatibilização com os demais subsistemas da edificação em que for empregada;
- Obriga o uso de mão de obra qualificada para esse serviço em específico, com o fim de obter um resultado compatível com o desejado;
- Emprega blocos com custo direto superior ao custo dos tijolos empregados no método tradicional.

De qualquer forma, visto que o método empregado na obra estudada neste trabalho é o método tradicional, prioridade será dada as suas características, para a ciência do leitor deste trabalho e para o maior entendimento do serviço de elevação de alvenaria de vedação pelo método tradicional.

De acordo com Sabbatini (2001 apud RODRIGUES, 2013), pode-se listar algumas características, em certa medida, positivas do método tradicional, entre elas:

- Possui boa relação custo-benefício em relação aos outros materiais para vedação existentes, pois é um material de construção econômico considerando-se tanto os investimentos iniciais e de manutenção;
- Forma elementos de vedação que tem de boa a excelente durabilidade (excelente resistência a agentes agressivos);
- Vedos que se portam com excelência frente à ação do fogo;
- Elementos com bom desempenho térmico;
- Elementos estáveis e indeformáveis;
- Paredes com boa estanqueidade à água (quando revestidas adequadamente);
- Facilidade, pelo método, para a composição de elementos de qualquer forma e dimensão;
- Grande aceitação pelo usuário e pela sociedade.

Por outro lado, são muitos os autores que citam características do método que são, ao menos em primeira análise, negativas. Entre elas está Silva et al. (2006 apud MORETTI, 2016):

- Os blocos (ou, tijolos) apresentam muitas vezes qualidade contestável gerando desperdício desde seu transporte até a sua execução;
- O método exige elevado controle de qualidade para que durante sua execução não ocorram problemas, como paredes fora de prumo e sem planeza;
- Como já mencionado: o método permite que sejam empregadas soluções construtivas em obra, contudo, essas são geralmente decisões improvisadas, diminuindo o controle do processo e a qualidade na execução;
- Para execução das instalações se faz necessário o seccionamento da alvenaria, resultando em uma maior quantidade de entulho produzido além do aumento do consumo de argamassa, necessária no posterior preenchimento dos vazios deixados no processo.

Assim, após a apresentação das conceituações necessárias, das etapas do método empregado na obra objeto deste estudo (método tradicional), e então, a apresentação das suas características, pode-se dar encaminhamento às próximas seções do trabalho. As próximas seções tratam da apresentação da metodologia empregada neste trabalho bem como da apresentação dos resultados obtidos em obra e a análise dos mesmos, visando à otimização do emprego da mão de obra.

3. Metodologia

A presente seção deste documento tem por objetivo expor a metodologia adotada neste trabalho, neste estudo de caso. A metodologia empregada na pesquisa foi fruto do estudo do material referenciado nas Referências Bibliográficas deste trabalho. O resumo dos estudos foi apresentado na seção de Revisão Bibliográfica deste relatório e ancora os conceitos e exposições necessárias para o reto entendimento e aplicação da metodologia abordados nesta seção.

Contudo, é importante a ressalva de que duas metodologias distintas são pertinentes de serem apresentadas. A primeira se refere à metodologia do trabalho como um todo e a segunda ao procedimento adotado para a reta aplicação do método da Produtividade Estratificada.

3.1. Sequenciação Geral do Trabalho

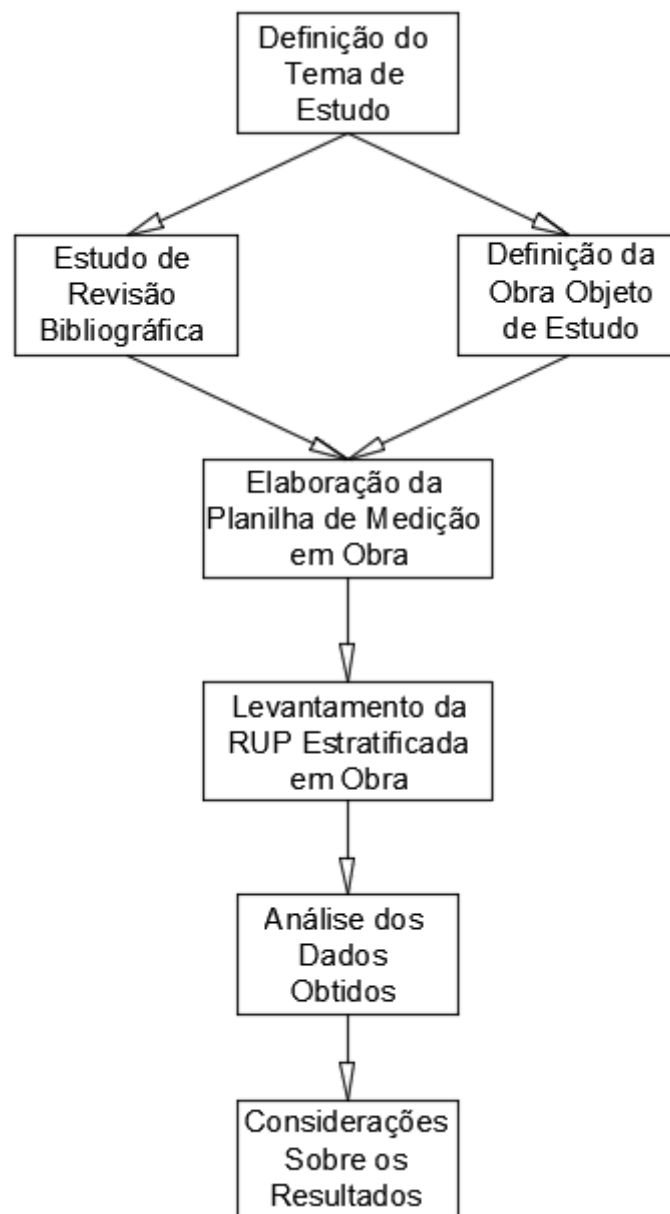
Em relação à primeira metodologia, o trabalho teve início com o desenvolvimento de uma revisão bibliográfica sobre os principais tópicos do trabalho, abordando-os em detalhes e com a abrangência necessária para o posterior desenvolvimento do trabalho. Através da revisão bibliográfica buscou-se obter o conhecimento teórico sobre a produtividade, a produtividade estratificada e o serviço de execução de alvenaria de vedação.

O segundo passo, executado com certa interseção com o primeiro passo, foi a definição da obra residencial unifamiliar sobre a qual o trabalho seria realizado, estudando-se o projeto, os serviços e os prazos nos quais seriam executados. Definido, assim, o local de coleta de dados, o terceiro passo foi o desenvolvimento da metodologia para a reta aplicação do método da Produtividade Estratificada.

Na sequência do trabalho aplicou-se, então, o método desenvolvido para a coleta de dados propriamente dita e, então, efetuou-se a análise deles com o fim de obter estratégias específicas para a melhoria da produtividade da equipe de obra.

A Figura 22 apresenta o fluxograma desenvolvido para mostrar esse processo descrito, a sequência geral do trabalho.

Figura 22 – Sequência geral do trabalho



Fonte: Autoria própria (2021)

3.2. Metodologia de Coleta e Processamento dos Dados

Devidamente apresentada a chamada “primeira metodologia”, pode-se tratar da etapa a qual esta seção do trabalho propriamente se refere – o método de coleta e processamento dos dados de produtividade estratificada da mão de obra na execução de alvenaria de vedação.

A fim de tratar esta seção do trabalho apresentará também o processo envolvido na execução da alvenaria de vedação para a obra objeto do estudo.

3.2.1. Estruturação das Categorias de Ocupação da Mão de Obra

As categorias de ocupação da mão de obra se referem às possibilidades das atividades a serem desempenhadas pelos operários ao longo de um dia de trabalho no qual se execute o serviço considerado na aplicação do Método da Estratificação. Assim, neste trabalho, as categorias de ocupação da mão de obra são o conjunto de todas as atividades com as quais os operários possam se ocupar em um dia de execução de alvenaria de vedação.

Conforme apresentado na seção 2.3 deste trabalho, para o fim de estruturar todas as categorias de ocupação, deve-se construir a chamada Estrutura Analítica de Ocupações da mão de obra. Essa estrutura é montada através do estudo das possíveis atividades dos operários para a execução do serviço considerado. Já o referido estudo pode ser feito de diversas maneiras, como:

- Revisão bibliográfica de trabalhos que empregaram o método para o mesmo serviço do trabalho a ser feito;
- Reuniões com operários da construção para o entendimento pleno da execução do serviço;
- Uso de alguns dias de teste da Estrutura Analítica de Ocupações na medição em obra para seu refino e melhor definição.

Este trabalho previa, em uma metodologia inicial, o emprego de todas as formas de estudo acima para a montagem final da Estrutura Analítica de Ocupações. Contudo, nos dois dias nos quais o teste da Estrutura Analítica de Ocupações seria feito, evidenciou-se a sua plena aderência ao serviço de execução de alvenaria de vedação, não sendo necessário o teste e usando-se todos os dias de medição como dados possíveis de serem empregados na pesquisa.

Previamente a apresentação da Estrutura Analítica de Ocupações construída e empregada neste trabalho, é importante a observação do próprio atributo da estrutura – analítica. Ou seja, um atributo que significa decomposição, a qual é feita de categorias mais gerais para categorias mais específicas da ocupação da mão de obra ao longo de um dia de serviço, conforme também descrito seção 2.3 deste trabalho.

A primeira das categorias, o primeiro nível de ocupações (ID1), é o que se refere às atividades mais gerais, e é composto por sete classes de atividades. Essas sete classes de atividades já foram completamente validadas pelos estudos feitos no desenvolvimento do método e por esse motivo, serão as utilizadas para o primeiro nível de ocupações deste trabalho. As sete classes de atividades aqui referidas são as apresentadas na seção 2.3.4 deste trabalho.

Os estudos devidamente realizados para a montagem da Estrutura Analítica de Ocupações se concentram muito no detalhamento a ser feito sobre o ID1, para a construção do segundo nível de ocupações (ID2). Os estudos aqui realizados buscaram identificar as características particulares das atividades executadas a fim de tornar possível a construção do ID2. Não foi identificada, nem em fase de estudos nem na aplicação em campo, a necessidade de maior detalhamento das atividades da mão de obra na execução de alvenaria de vedação, o que implicaria na construção de níveis de ocupação ID3, ID4, ..., IDn.

Como consequência final se obtêm a estrutura desejada, aquela a ser utilizada na mensuração em campo. A Tabela 6 apresenta a árvore hierárquica de categorias de ocupação das atividades para o serviço de execução de alvenaria de vedação.

A Tabela 6 apresenta, em primeiro lugar, as sete classes de atividades do primeiro nível de ocupações adotadas, são elas:

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

Em um segundo momento, observa-se na Tabela 6 o nome adotado para cada classe de atividades do segundo nível da estratificação. Os nomes dessas classes de atividades, bem como as suas siglas, foram escolhidos com a finalidade de facilitar o acompanhamento do serviço em campo e, então, a coleta dos dados das atividades desempenhadas pela mão de obra.

Para um maior entendimento dos dados levantados em campo e, inclusive, para uma futura comparação dos resultados obtidos nesse trabalho com outros estudos que empreguem o Método da Estratificação, faz-se necessário o detalhamento das atividades que compõe o segundo nível da estratificação (o ID2). Esse detalhamento também é apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 – Estrutura Analítica de Ocupações da mão de obra para alvenaria de vedação

ESTRUTURA ANALÍTICA DE OCUPAÇÕES			
Primeiro Nível de Ocupações (ID1)	Segundo Nível de Ocupações (ID2)	Sigla (ID2)	Descrição (ID2)
Trabalho Direto (TD)	Marcação	TDM	Serviço de marcação das alvenarias.
	Elevação	TDE	Serviço de elevação das alvenarias.
	Fixação	TDF	Serviço de fixação das alvenarias.
Atrasos (AT)	Tempo excedente de pausa	AEP	Demora para retomar serviço após almoço ou após pausa pela manhã ou pela tarde.
	Demora para entrar em ação	AEA	Demora excessiva para iniciar o trabalho.
	Falta de frente de serviço	AFS	Marcação impossibilitada de ser executada por bloqueios na superfície ou necessidade de outros serviços como: impermeabilização, montagem de andaime. Elevação impossibilitada de ser executada pelo atraso na marcação.
	Falta de blocos	AFB	Atraso por falta de blocos na obra.
	Falta de argamassa	AFA	Atraso por falta de argamassa de assentamento na obra (seja pronta ou até mesmo por falta dos insumos para fabricá-la na obra).
Mobilização (MO)	Materiais	MOM	Movimentação geral de materiais entre pavimentos.
	Equipamentos/Ferramentas	MEF	Movimentação geral de equipamentos ou ferramentas (betoneira, masseira, ...) entre pavimentos ou em um mesmo andar (entre ambientes) ou chegando na obra.
Paralisações (PA)	Aguardando preparação e/ou limpeza do espaço de trabalho	PET	Tempo aguardando a retirada de materiais e ferramentas desnecessários no espaço de trabalho, além do aguardo para a sua limpeza de resíduos com pás de juntar e com vassouras.
	Aguardando montagem de andaimes	PMA	Tempo aguardando a montagem de andaimes.
	Sem motivo aparente	PSM	Tempo em que o profissional fica parado, sem realizar nenhuma atividade específica relacionada ao serviço, sem motivos aparentes.
	Descanso e necessidades	PDN	Tempo em que profissional paralisa o serviço por fadiga ou por necessidades fisiológicas ou, ainda, por troca de vestuário no início e fim da jornada de trabalho.
	Vícios	PAV	Tempo em que o profissional paralisa o serviço por uso de aparelho móvel de telefonia ou por uso de cigarro ou, ainda, por outra distração.
	Lanche fora do horário	PLF	Tempo usado em lanche fora do horário previsto do almoço ou dos intervalos no período disponível de trabalho.
	Aguardando material	PAM	Tempo gasto aguardando reposição de argamassa ou de blocos nas proximidades da parede em execução.

Fonte: elaborado pelo autor, 2021

Tabela 6 – Estrutura Analítica de Ocupações da mão de obra para alvenaria de vedação –
continuação

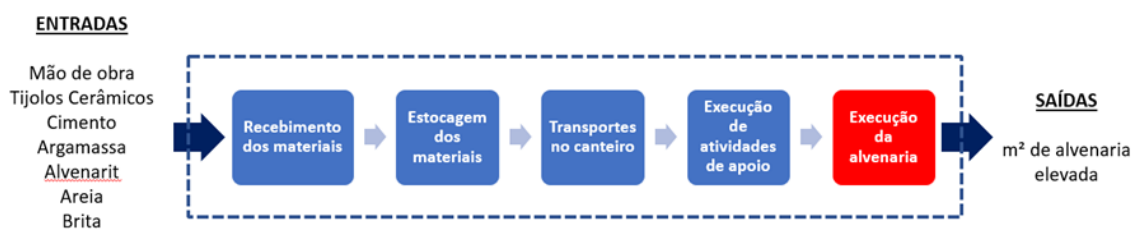
ESTRUTURA ANALÍTICA DE OCUPAÇÕES			
Primeiro Nível de Ocupações (ID1)	Segundo Nível de Ocupações (ID2)	Sigla (ID2)	Descrição (ID2)
Deslocamentos (DE)	Deslocamentos variados dentro do canteiro	DVC	Deslocamentos dentro do canteiro para fins diversos.
Apoio (AP)	Preparação e/ou limpeza do espaço de trabalho	APL	Tempo dedicado à retirada de materiais e ferramentas desnecessários no espaço de trabalho, chapisco da estrutura, análise de onde vão ser elevadas as paredes e puxar da linha de nylon, além da sua limpeza de resíduos com pás de juntar, com vassouras e com mangueiras.
	Preparação de argamassa	APA	Preparação da argamassa de assentamento na betoneira.
	Preparação e reparo de equipamentos e ferramentas	APR	Preparação e reparos de ferramentas e equipamentos como betoneira e furadeiras pneumáticas.
	Montagem de andaimes	AMA	Montagem, ajustes e desmontagem de andaimes para elevação das partes mais altas das paredes.
	Organização dos insumos no espaço de trabalho	AOM	Organização dos tijolos e da argamassa nas proximidades da parede a ser elevada, para acelerar o trabalho direto.
	Limpeza das ferramentas	ALF	Limpeza e organização das ferramentas de utilização e manuseio para o serviço de execução da alvenaria (colher de pedreiro, jérica, baldes, desempenadeira) como também as ferramentas de limpeza (vassouras e pás de juntar).
	Ajuste da viscosidade da argamassa	AVA	Tempo dedicado à adição de água ou necessidade de misturar a argamassa para alcançar viscosidade ideal.
Exigências do Cliente (EC)	Coordenação de atividades	ECA	Tempo dedicado a coordenação dos outros operários, organização geral do canteiro e análise de projeto.
	Tempo dedicado a instruções	ECI	Tempo dispendido pelo operário na comunicação ou reuniões de obra com o cliente ou com o mestre de obras.

Fonte: elaborado pelo autor, 2021

3.2.2. Processo Geral de Execução da Alvenaria de Vedação

Concomitantemente à montagem da Estrutura Analítica de Ocupações, esquematizou-se o processo de execução da alvenaria na obra objeto de estudo, desde o recebimento dos insumos no canteiro de obras, até o resultado objetivo do serviço – a alvenaria elevada. A Figura 23 mostra o resultado da esquematização, na forma de fluxograma, desse processo.

Figura 23 – Fluxograma do processo de execução da alvenaria de vedação na obra de estudo



Fonte: elaborado pelo autor, 2021

A seção 4 deste trabalho fará a exposição das especificidades do processo sintetizado na Figura 23 para a obra objeto deste trabalho, apresentando as entradas consideradas no processo, o processo em si e a saída dele – a alvenaria executada.

3.2.3. Procedimento Para a Coleta de Dados – Entradas

Com o objetivo de determinar a produtividade da mão de obra pelo Método da Estratificação, uma das entradas apresentadas na Figura 23 se faz imprescindível de ser determinada – a mão de obra.

O dado de entrada “mão de obra” é mensurado em homem-hora (Hh) e foi obtido para cada dia no qual a coleta de dados foi realizada. O procedimento de coleta foi feito anotando-se o início e o término de cada uma das atividades desenvolvidas pelos integrantes da equipe de execução das alvenarias de acordo com as categorias ID2 apresentadas na Tabela 6.

Procedimentalmente, a coleta se deu por observação contínua e direta, a cada minuto de tempo, das atividades exercidas pelos integrantes da equipe de execução da alvenaria. A coleta seguiu as preconizações apresentadas na seção 2.1.3 deste trabalho. Vale a ressalva de que o Método da Estratificação propõe que o acompanhamento das atividades seja feito através de uma frequência de observações em um intervalo de tempo pré-definido. Todavia, neste trabalho optou-se pelo acompanhamento integral dos operários ao longo dos dias de medição, o que gera maior aderência dos dados ao que realmente foi feito por cada um dos operários.

A respeito da coleta em si, ela foi realizada através do preenchimento de uma planilha desenvolvida para este fim. O preenchimento se dava diretamente no computador utilizado nos dias de coleta (ou seja, sem a necessidade da impressão da planilha). A referida planilha é apresentada na Tabela 7.

Tabela 7 – Planilha de preenchimento diário da ocupação da mão de obra

Planilha de classificação da ocupação da mão de obra por atividade do ID2								
Obra: Residência objeto de estudo								
Data: 26/02/2021								
Serviço: Alvenaria de vedação								
Pavimento: Subsolo								
Localização na obra: apontada em vídeo feito no final do dia de coleta de dados								
Equipe padrão para o serviço: 3 oficiais se revezando como servente								
Operário: Jaison			Operário: Luis			Operário: Rodrigo		
Período		Classe de Atividade	Período		Classe de Atividade	Período		Classe de Atividade
Início	Término		Início	Término		Início	Término	
07:55	08:00	MEF	08:00	08:15	APA	08:00	08:15	ECI
08:00	08:15	ECI	08:15	08:20	AOM	08:15	08:50	APL
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
09:30	09:40	AMA	08:40	08:50	TDE	09:40	09:45	DVC
09:40	10:05	TDE	08:50	09:05	AOM	09:45	12:00	TDE
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: elaborado pelo autor, 2021

Há, porém, a necessidade da ressalva de que para duas das atividades em que a mão de obra era classificada, o tempo dispendido nas mesmas não era computado para o cálculo da produtividade estratificada (por isso, inclusive, não constam na Tabela 6). Essas duas atividades bem como as razões de não implicarem em tempo da mão de obra para a execução do serviço são apresentadas abaixo:

- Almoço (AL): devido às razões apresentadas na seção 2.1.3. O horário de almoço ficava condicionado pelas orientações do mestre de obras a cada dia de coleta de dados, sendo variável de um dia para o outro;
- Outras Atividades (OA): em virtude de a obra ser residencial unifamiliar e a equipe de obra ser toda contratada diretamente pelo mestre de obras (o qual é ele contratado pelo cliente), a mão de obra de pedreiros e serventes realizava outras atividades em obra ao longo de alguns dos dias de coleta de dados. Por exemplo, foi executada uma contenção com blocos de concreto e elementos estruturais reticulados em concreto armado em alguns dos dias de medição. Portanto, nesses períodos, os operários envolvidos na construção da contenção não estavam devidamente disponíveis para o serviço de alvenaria de vedação.

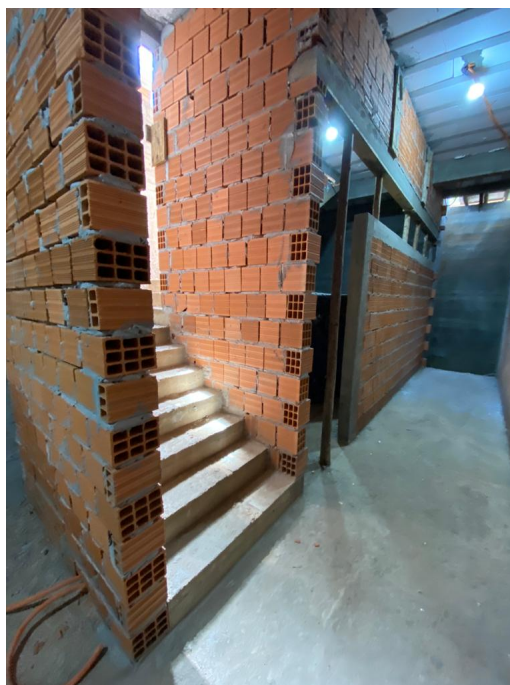
3.2.4. Procedimento Para a Coleta de Dados – Saídas

Conforme indica a Figura 23, há uma única saída no processo: os metros quadrados de alvenaria executada. A alvenaria executada é computada como quantidade de serviço (QS), tendo sido medida com o emprego de trena e de acordo com o que foi executado pela mão de

obra nos dias de coleta de dados em campo. Também, para registros das saídas computadas a cada dia de medição, era feita uma filmagem em obra indicando-se todas as paredes de alvenaria que haviam sido executadas naquele dia, mesmo que parcialmente.

Conforme preconiza o levantamento de produtividade (seção 2.1.3), foram consideradas as áreas líquidas elevadas, ou seja, descontando-se os vãos livres. A Figura 24 é um exemplo de paredes de alvenaria da obra objeto deste trabalho nas quais a área líquida foi considerada na mensuração (observa-se que a consideração da área bruta em uma das paredes da Figura 24 ocasionaria em valores de produtividade diferentes e errôneos em relação ao procedimento correto).

Figura 24 – Cômputo das saídas em área líquida



Fonte: Autoria própria (2021)

Além da caracterização do procedimento de coleta dos dados de saída, faz-se necessária a abordagem das características particulares do produto. Por exemplo, na Figura 24, é possível a observação do vão feito para uma esquadria com grande dimensão horizontal (aproximadamente seis metros de comprimento). Através da imagem nota-se a falta de apoio lateral da verga do vão sobre a alvenaria. Pela característica arquitetônica de não existir alvenaria para esse apoio ser feito, não é possível a execução de uma verga nesse modelo usual. Por isso, foi adotada a medida de utilizarem-se dois tirantes, localizados nos comprimentos de um terço e de dois terços do vão da verga, que têm a função de apoiar a verga e os tijolos assentados sobre ela nos vigotes treliçados da laje do pavimento superior. Tal medida

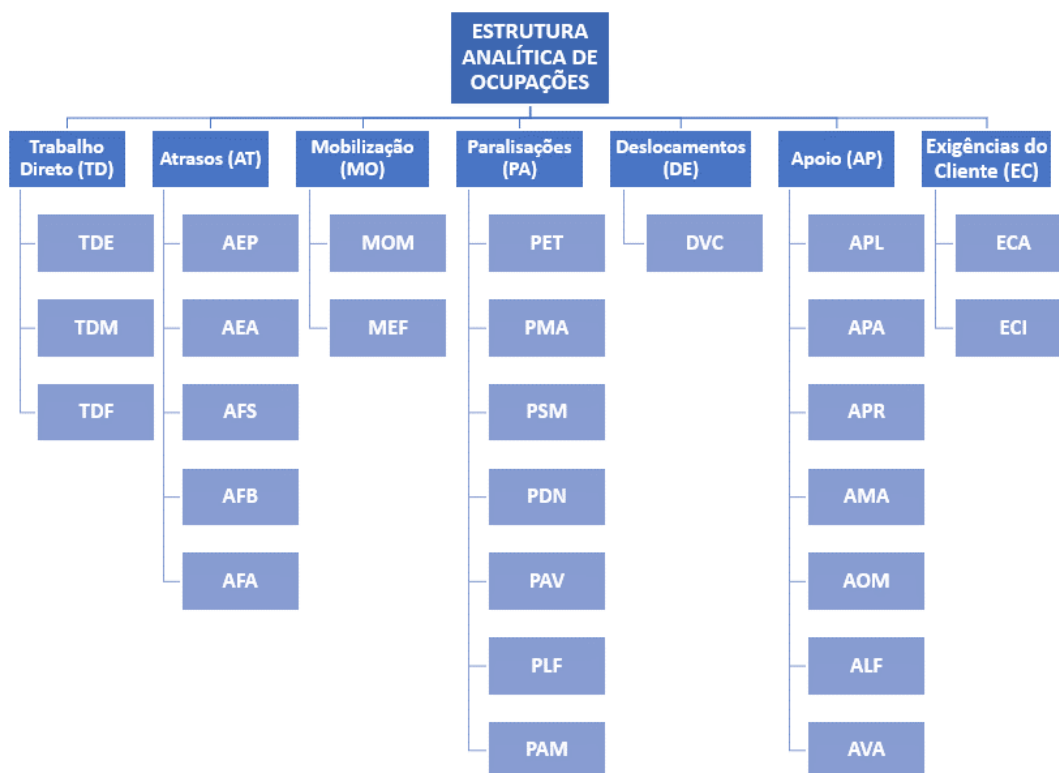
possibilitou a manutenção da esquadria com as dimensões desejadas pela arquitetura do projeto e é a característica mais particular do produto alvenaria na obra objeto deste trabalho.

3.2.5. Processamento dos Dados

A última grande etapa da metodologia, objeto desta seção do relatório, é o processamento dos dados. Esse tem início com o preenchimento da planilha elaborada para as categorias de ocupação da mão de obra, como ilustra a Tabela 7. Através dessa coleta, pode-se, posteriormente, associar o esforço da mão de obra (entrada), levantado para cada atividade da categoria de ocupação ID2, com a quantidade de serviço (saída) executada em cada dia de trabalho.

De posse da associação indicada no parágrafo anterior, procedeu-se com o processamento das RUPs para cada um dos dois níveis de estratificação da ocupação da mão de obra (ID1 e ID2). A Figura 25 apresenta a hierarquia dos referidos níveis de ocupação no formato “em árvore”, ressaltando a ligação de cada atividade do nível ID2 com a classe de atividade do nível ID1 a qual ela se refere.

Figura 25 – Encadeamento hierárquico das atividades nos seus níveis de ocupação da mão de obra



Fonte: Autoria própria (2021)

A forma de obtenção dos indicadores de produtividade estratificada para cada nível de ocupação se dá através da razão entre as entradas e as saídas do processo produtivo. Visto que a obtenção de dados é feita para as atividades mais específicas, é possível o cálculo da RUP para qualquer uma das atividades dos níveis de ocupação da estrutura analítica de ocupações. Ou seja, pode-se, por exemplo, determinar o valor de produtividade para:

- o trabalho direto de marcação da alvenaria (ID2);
- o trabalho direto de elevação da alvenaria (ID2);
- o trabalho direto como um todo (ID1).

É justamente essa característica do método que permite a identificação de desperdícios de produtividade pela mão de obra. Isso, desde o nível máximo de detalhe abordado na pesquisa que empregue o método até um nível mais geral e de menor detalhe, como por exemplo, a perda de produtividade por paralisações.

De forma a ilustrar a equação de cálculo da produtividade estratificada empregada no processamento dos dados, a Figura 26 ilustra as equações de cálculo da RUP estratificada no nível de ocupação ID1.

Figura 26 – RUPs estratificadas para o ID1

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

Fonte: Oliveira (2014)

4. Caracterizações dos Objetos do Trabalho

Tendo sido apresentada toda a metodologia da pesquisa realizada na seção anterior, esta seção do trabalho tratará da apresentação das características da obra objeto do estudo e das entradas e saídas do processo produtivo.

4.1. Caracterização da Obra Objeto do Trabalho

Após apresentada a metodologia, é necessária a exposição e caracterização do objeto sobre o qual ela foi aplicada neste trabalho.

A edificação objeto deste trabalho é uma residência unifamiliar de alto padrão, construída sobre um terreno de 1.014m² em condomínio residencial fechado, no bairro Cacupé, na cidade de Florianópolis, Santa Catarina. Até a fase final de elaboração deste trabalho de conclusão de curso, a obra da residência não estava finalizada, estando ainda em fase de execução de revestimentos argamassados, contrapisos e instalações elétricas e hidráulicas. Contudo, em se falando dos levantamentos feitos na obra para este trabalho, a coleta dos dados de entrada e de saída da execução das vedações em alvenaria se deu concomitantemente ao início da execução deste serviço na obra.

A obra teve início em julho de 2020 e tem previsão de término para dezembro de 2021. Quando finalizada, a residência possuirá um pavimento subsolo (garagem e casas de máquinas), um pavimento térreo (área social) e um pavimento superior (área privativa), totalizando uma área construída de 853,35m².

Em questão de acesso, a edificação tem somente uma rua de acesso, a qual é, também, a única rua do condomínio no qual ela se encontra. Enquanto na fachada frontal da obra há a rua privativa do condomínio, a residência é ladeada por duas casas e tem, nos fundos, o muro do condomínio residencial, que faz divisa com uma servidão do bairro no qual a obra está situada.

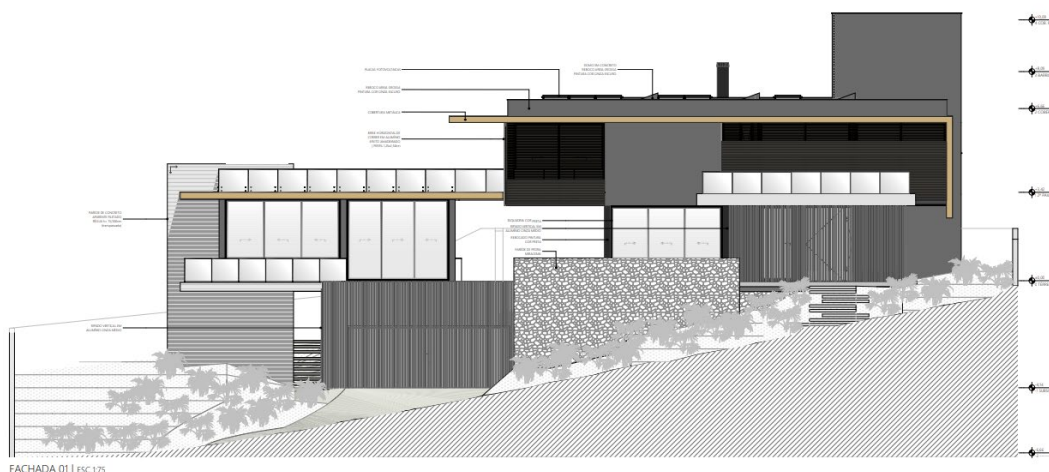
A estrutura da residência é reticulada em elementos de concreto armado, com tanto lajes com vigotes treliçados e enchimento em EPS quanto lajes maciças de concreto armado. As suas vedações são preenchidas em alvenaria de vedação de bloco cerâmico tradicional, sendo essa característica de grande importância para este trabalho. Nos revestimentos argamassados internos e externos, será usada argamassa feita em betoneira no canteiro de obras e aplicada manualmente. Os pisos serão em porcelanato na área social da residência e em madeira maciça

na área privativa. Os demais acabamentos não estavam definidos até a finalização deste trabalho de conclusão de curso.

Em virtude de ser um projeto elaborado pelo escritório de arquitetura exclusivamente para o cliente proprietário da obra, não se obteve a permissão de ambos (arquitetos e cliente) para a divulgação pública das plantas baixas arquitetônicas do projeto. Porém, as imagens da obra e do projeto da fachada frontal da residência foram liberadas por ambos para serem apresentadas neste trabalho.

Dessa forma, a Figura 27 apresenta o projeto da fachada frontal da residência, enquanto a Figura 28 uma foto de parte da fachada frontal da obra quando em fase ainda de elevação das alvenarias de vedação.

Figura 27 – Projeto da fachada frontal da residência



Fonte: Projeto de arquitetura da obra objeto de estudo (2020)

Figura 28 – Fachada frontal da residência em fase de elevação de alvenaria



Fonte: Autoria própria (2021)

Para além das caracterizações físicas feitas a respeito da obra objeto de estudo, outras relacionadas a sua operação fazem-se necessárias. A obra não possuía um planejamento formal, sendo que as atividades a serem executadas e as suas relações de precedências e durações eram definidas pelo mestre de obras com alguma antecedência à necessidade de serem executadas.

Foi realizado, por um escritório especializado, um orçamento dos materiais e serviços terceirizados (gesso, instalação de estrutura metálica de cobertura, entre outros) a serem empregados na obra. Um orçamento de mão de obra e de equipamentos não se fez necessário para o proprietário da obra. Isso pois, firmou-se um contrato do proprietário da obra com o mestre de obras para todo o fornecimento da mão de obra e dos equipamentos e ferramentas necessários à execução. Dessa forma, tendo sido acertado os valores e as formas de pagamento, a execução passou a ser de responsabilidade do mestre de obras.

A obra também não possuía um projeto formal de canteiro de obras. Dessa forma, os locais de armazenamento e estocagem no canteiro de obras foram decididos em obra, na medida em que as tarefas e serviços definiam-se no planejamento de curto prazo do mestre de obras.

Quanto ao aspecto das movimentações e mobilizações em canteiro, o transporte horizontal era feito por jericas, carrinhos de mão ou carrinhos porta pallet, dependendo do material em movimentação. Já o transporte vertical era realizado ou por guincho de coluna instalado no pavimento superior da edificação, ou sem equipamentos específicos, sendo feito manualmente através das escadas permanentes ou provisórias da obra.

4.2. Caracterização das Entradas na Execução da Alvenaria

As entradas no processo de execução das alvenarias foram apresentadas na Figura 23, e serão, nesta seção, explicitadas para o caso específico da obra objeto de estudo deste trabalho.

As entradas no processo são:

- Mão de obra;
- Tijolos Cerâmicos;
- Cimento;
- Argamassa;
- Aditivo Plastificante;
- Areia;
- Brita.

4.2.1. Mão de obra

A mão de obra para execução da residência era contratada direta do mestre de obras, o qual foi contratado diretamente pelo proprietário da edificação. O mestre de obras também coordenava a execução de outras duas obras na Grande Florianópolis e, por isso, não estava sempre presente para acompanhamento dos serviços. O mestre de obras também trabalhava com a alocação dos operários entre as obras as quais executava conforme a necessidade que cada uma apresentava, em virtude da fase em que estavam e dos serviços a serem executados.

Devido a essa alocação dos operários entre obras, a equipe que executava, a cada dia, o serviço de alvenaria de vedação variava, tanto em quantidade de operários quanto nas suas ocupações (pedreiros e serventes). De qualquer forma, isso não foi um fator impedor da aplicação do Método da Estratificação pois, independentemente da equipe, o método traz a estratificação da ocupação dos tempos que os operários dispndiam por dia na obra permitindo a identificação das perdas de produtividade independentemente de a equipe estar ou não variando a cada dia.

Por outro lado, são duas as dificuldades que essa variação frequente na equipe de execução gera:

- Medição de RUP Oficial e RUP Direta: visto que, com as variações das equipes, há dias em que, por exemplo, os pedreiros executam mais ou menos atividades de apoio, a RUP Oficial de um dia e de outro não pode ser comparada com boa correlação. Além disso, como a maior parte dos serviços de apoio direto era feita pelo mesmo servente que estava na produção da argamassa de assentamento na betoneira, não existe divisão clara entre os serviços de apoio direto e apoio indireto, preferindo-se, assim, por se tratar sempre da RUP como RUP Global;
- Comparação com valores da literatura e de outros trabalhos sobre o Método de Estratificação: haja vista que demais trabalhos que empreguem o método aplicam-se a obras com outras composições de equipe e, na maioria das vezes, tratam da RUP Oficial ou da RUP Direta, a comparação de valores de produtividade torna-se muito difícil. Este mesmo é o motivo de ter se optado por esse método neste trabalho: a possibilidade de comparação de valores de produtividade dentro de uma mesma obra, para os mesmos operários e para um período curto de dias de medição.

De qualquer forma, de uma maneira geral, pode-se dizer que a equipe era composta por três pedreiros e um servente. Isso pois, foi a equipe que mais se repetiu ao longo dos dias de medição. Sendo que, já que a maior parte das paredes a serem executadas encontravam-se no

mesmo pavimento e próximas ao canteiro de obras onde estava localizada a betoneira, o servente dessa equipe realizava tanto o trabalho de apoio direto quanto de apoio indireto. A Figura 29 mostra o canteiro de obras. Já a Figura 30 indica a proximidade da elevação das alvenarias em relação ao canteiro de obras (na esquerda dessa imagem pode-se observar dois pedreiros elevando a alvenaria e à direita o servente operando a betoneira no canteiro de obras).

Figura 29 – Canteiro de obras



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 30 – Caracterização da mão de obra



Fonte: Autoria própria (2021)

Contudo, muitas das atividades de apoio também eram realizadas pelos pedreiros, entre elas:

- Montagem e desmontagem de andaimes;
- Limpeza da frente de serviço;
- Limpeza de ferramentas no fim do expediente;
- Reparo de ferramentas como furadeiras na medida em que se fez necessário.

Dessa forma, com todas essas caracterizações a respeito da mão de obra, a mensuração da produtividade só poderia ser realmente feita considerando-se a RUP Global.

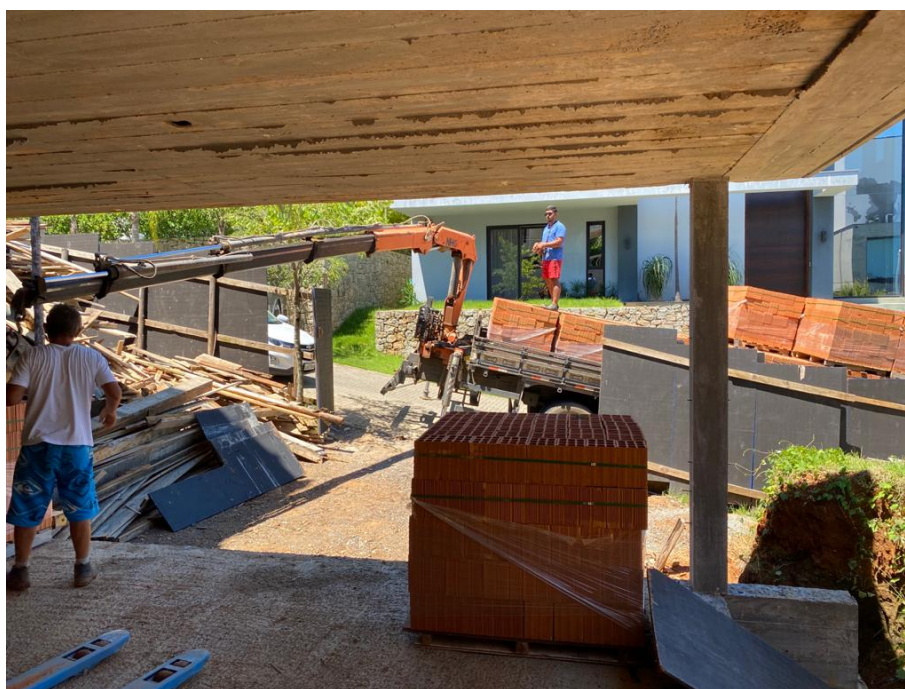
4.2.2. Tijolos Cerâmicos

Embora não tenha sido feito o estudo da influência do peso e das dimensões dos tijolos sobre a produtividade da mão de obra, é sabido que esses atributos interferem nos valores de produtividade. Justamente por isso, a caracterização do material empregado é de suma importância para possíveis comparações futuras com outros trabalhos, bem como para o entendimento completo do serviço executado na obra objeto deste trabalho.

Os tijolos cerâmicos empregados na obra tinham as dimensões de 14x19x19cm, possuindo nove furos. A Figura 31 mostra o recebimento desses tijolos no canteiro de obras. Esse recebimento se deu na forma paletizada e com o emprego do caminhão munck em todas

as entregas de tijolos realizadas na obra. Tal procedimento de entrega facilita a etapa de recebimento do material, agiliza a entrega e permite uma melhor disposição dos tijolos nas lajes da obra logo no momento de recebimento, diminuindo deslocamentos futuros dos tijolos. A Figura 32 apresenta os tijolos empregados na obra já retirados do pallet, prontos para serem empregados na elevação das alvenarias.

Figura 31 – Recebimento dos tijolos cerâmicos no canteiro de obras



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 32 – Tijolos cerâmicos dispostos para elevação de alvenaria



Fonte: Autoria própria (2021)

4.2.3. Cimento

Como mencionado anteriormente, a argamassa para assentamento dos tijolos era feita em betoneira no canteiro de obras. Dessa forma, fez-se necessário o emprego de cimento, comprado em sacos de 50kg. Além disso, foi necessária a definição de um espaço para o armazenamento desses sacos na obra. Para isso, construiu-se um estrado de madeira, com a finalidade de manter os sacos de cimento inferiores das pilhas afastados da laje com o fim de evitar o contato direto com a água por vezes acumulada sobre a laje.

Quanto a sua aplicação, era feita no traço definido pelo mestre de obras. Para manutenção constante do traço, utilizavam-se baldes de 18 litros como medida padrão de cimento adicionado à betoneira. A Figura 33 apresenta o armazenamento dos sacos de cimento no canteiro. Vale a ressaltar de que, ao fim do expediente, os sacos de cimento eram cobertos com lona para evitar o possível contato de respingos de chuva ao longo do período da noite e dos fins de semana e feriados com os sacos de cimento.

É importante ressaltar que, durante o período de medições não houve atrasos nas entregas de cimento e, portanto, não foi um fator comprometedor de produtividade.

Figura 33 – Armazenamento dos sacos de cimento no canteiro de obras



Fonte: Autoria própria (2021)

4.2.4. Argamassa

A fim de produzir a argamassa de assentamento na betoneira, optou-se pela compra da argamassa seca denominada: argamassa com areia média e fina para reboco. Essa argamassa seca era, dessa forma, uma mistura de areia fina, areia média e cal entregue por fornecedor especializado. A entrega era realizada em caminhões com capacidades de carga de 5m^3 .

Assim como o cimento, a dosagem da argamassa era realizada em baldes de volume padrão de 18 litros, permitindo uma manutenção constante do traço. A argamassa como estocada no canteiro de obras é mostrada na Figura 34.

É importante ressaltar que, durante o período de medições não houve atrasos nas entregas de argamassa e, portanto, não foi um fator comprometedor de produtividade.

Figura 34 – Argamassa no canteiro de obras



Fonte: Autoria própria (2021)

4.2.5. Aditivo Plastificante

Optou-se, em obra, pelo emprego de um aditivo plastificante que tem, portanto, a finalidade de melhorar a trabalhabilidade da argamassa quando no estado fresco. Em certa medida, o emprego deste aditivo pode representar um ganho em produtividade por facilitar o trabalho com a argamassa no assentamento dos tijolos. Todavia, a definição do real efeito da adição desse aditivo na produtividade da mão de obra é extremamente complexa, não cabendo a um estudo como o realizado neste trabalho. Por outro lado, visto que as entregas desse aditivo nunca foram atrasadas e que ele nunca faltou em obra, não houve comprometimento da produtividade da mão de obra quanto a esse aspecto.

Em matéria de dosagem da argamassa, o emprego do aditivo não era muito controlado quanto à sua quantidade utilizada. Não havia emprego de recipiente com gradação volumétrica para a reta definição da quantidade aplicada a cada carga de argamassa produzida na betoneira. A Figura 35 mostra o aditivo plastificante utilizado e, sobre ele, o recipiente sem gradação volumétrica utilizado nas dosagens.

Figura 35 – Aditivo plastificante empregado na dosagem



Fonte: Autoria própria (2021)

4.2.6. Areia

Em virtude de a mensuração da produtividade da mão de obra na execução de alvenarias de vedação envolver, também, a execução de vergas e contravergas, os insumos necessários à construção das mesmas devem ser considerados como insumos de entrada no processo produtivo. Já que, insumos como a areia empregada na construção das vergas e contravergas quando faltantes no canteiro de obras podem acarretar o atraso da elevação de paredes de alvenaria, o controle do estoque desses materiais é de extrema importância.

Na obra deste trabalho, a areia empregada nas vergas e contravergas era uma mistura de areia média e grossa, sendo entregue por fornecedor especializado em cargas de 5m³. Visto que nunca houve atrasos nas entregas de areia, esse insumo não comprometeu a produtividade da mão de obra. A Figura 36 apresenta o local de armazenamento da areia no canteiro de obras.

Figura 36 – Areia estocada no canteiro de obras



Fonte: Autoria própria (2021)

4.2.7. Brita

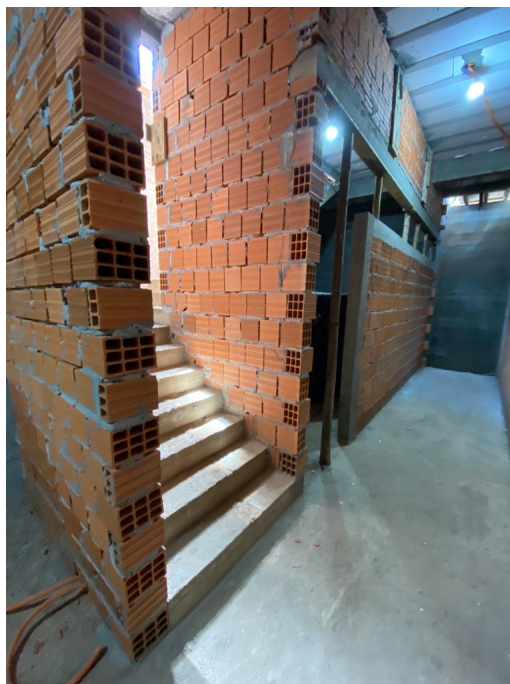
Da mesma forma que a areia, na construção das vergas e contravergas era empregada a brita. A brita empregada para a execução desses elementos de concreto foi a brita 3/4. Esse material era entregue por fornecedor especializado e nunca teve entregas atrasadas, não comprometendo a produtividade da mão de obra. A Figura 36 mostra, à esquerda da imagem, a brita 3/4 estocada no canteiro de obras.

4.3. Caracterização das Saídas na Execução da Alvenaria

Como já apresentado, a única saída do processo são os metros quadrados de alvenaria elevada. De qualquer forma, quanto à saída do processo, há um fator de suma importância a ser considerado: a orientação de assentamento dos blocos.

Na residência deste trabalho, os blocos empregados foram assentados tanto com a sua menor dimensão formando a espessura da alvenaria elevada, quanto com a sua maior dimensão para o mesmo fim, dependendo a parede em questão. A finalidade era a obtenção de paredes com espessuras diferentes, e pode-se dizer que, em regra geral, as paredes perimetrais da residência eram de 19cm de espessura, enquanto as paredes internas de 14cm de espessura. A Figura 37 mostra a diferença das paredes: à esquerda da imagem uma parede com 19cm de espessura, no centro da imagem uma parede com 14cm de espessura.

Figura 37 – Paredes de espessuras diferentes



Fonte: Autoria própria (2021)

A fim de homogeneizar os dados de produtividade levantados, é necessário o estabelecimento de uma correlação entre as velocidades de execução das alvenarias nas suas diferentes espessuras. Assim, foi necessário um fator de conversão para tratar sempre de uma QS executada equivalente, mensurada diariamente. Para isso, acompanhou-se o tempo para assentamento de 10 blocos na orientação 14cm de espessura e 10 blocos na orientação 19cm de espessura, por três vezes, sempre nas mesmas condições (assentamento realizado sobre andaime, mesma altura de trabalho, com tijolos e argamassa suficientes e próximos e mesmo operário na execução de ambos os tipos de alvenaria).

Nestas observações em obra, obteve-se tempos muito próximos para as duas espessuras de parede, um tempo de aproximadamente 200 segundos. Dessa forma, o fator de correlação entre e uma e outra pode ser, simplesmente, a razão entre as áreas de uma mesma quantidade de blocos já elevados e constituintes de paredes de alvenaria da obra. Para paredes de 19cm de espessura, 10 blocos correspondem a uma área de $0,32\text{m}^2$. Já para paredes de 14cm de espessura, 10 blocos correspondem a uma área de $0,40\text{m}^2$. A razão da área maior pela menor resulta em um fator de correlação de 1,25.

Assim, a fim de transformar a área das paredes de 19cm mensuradas em obra em áreas equivalentes de paredes de 14cm, foi realizada a multiplicação das áreas das paredes de 19cm a cada dia mensuradas pelo fator 1,25, obtendo-se uma área única para a quantidade de saída

do processo e permitindo uma mensuração da produtividade mais aderente à realidade do que fora executado.

Por fim, cabe, ainda, a ressalva de que foram empregadas as juntas verticais argamassadas em todas as paredes de alvenaria da obra.

5. Apresentação e Análise dos Resultados

Neste capítulo do trabalho são apresentados, por fim, os resultados obtidos através das mensurações realizadas na obra objeto do estudo, bem como são feitas as análises sobre os resultados encontrados. As análises serão feitas com duas finalidades principais:

- Indicação de motivos específicos para possíveis baixas produtividades;
- Desenvolvimento de aspectos a serem considerados pela equipe de obras para aumento de produtividade.

5.1. RUP Sem Estratificação

Embora o Método da Estratificação seja o centro da pesquisa deste trabalho, os indicadores da produtividade da mão de obra (RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial) não estratificados das medições realizadas servem de ponto de partida para a exposição dos resultados obtidos, bem como para apresentação de aspectos da medição não abordados nas outras seções deste trabalho. É importante o lembrete de que, como apresentado e explicado na seção 4.2.1, todas as RUPs calculadas neste trabalho se referem à RUP Global.

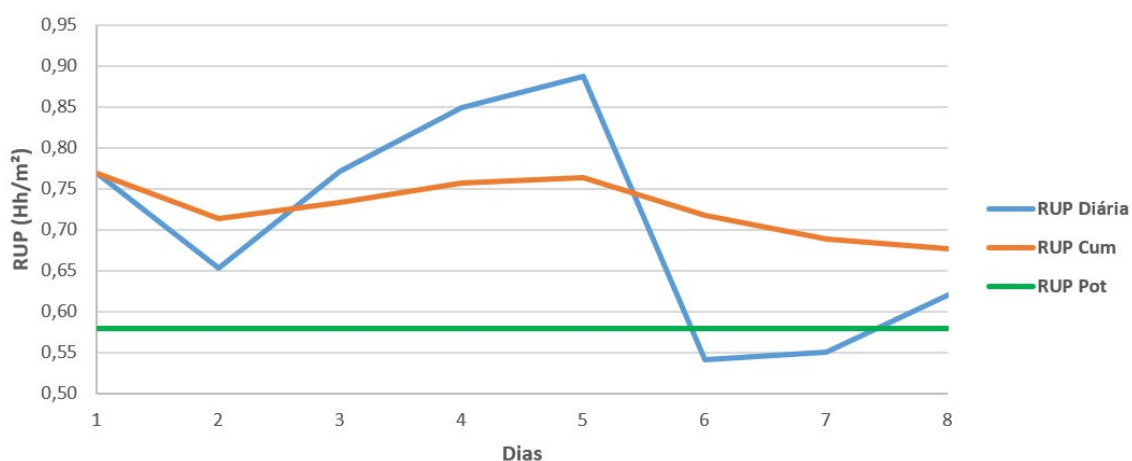
Assim sendo, a Tabela 8 apresenta os valores, sem estratificação, de RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial encontrados através da reta aplicação da metodologia, conforme descrito na seção 3.2 deste trabalho. Tais valores são apresentados graficamente na Figura 38.

Tabela 8 – Indicadores de RUP sem estratificação

Dias de Medição	Equipe no Dia	Hh		QS (m ²)		RUP (Hh/m ²)		Valores de RUP Diária < RUP Cum. Final (Hh/m ²)	RUP Pot. (Hh/m ²)
		Diária	Cum	Diária	Cum	Diária	Cum		
1	3P + 1S	32,75	32,75	42,57	42,57	0,77	0,77	-	0,58
2	2P + 1S	24,83	58,17	38,04	80,61	0,65	0,71	0,65	
3	3P + 2S	30,92	89,09	40,07	120,68	0,77	0,73	-	
4	3P + 1S	26,58	115,67	31,32	152,01	0,85	0,76	-	
5	1P + 1S	6,58	122,25	7,42	159,42	0,89	0,76	-	
6	3P	22,58	144,83	41,70	201,12	0,54	0,72	0,54	
7	3P + 2S	22,42	167,25	40,73	241,85	0,55	0,69	0,55	
8	3P + 1S	33,75	201,00	54,39	296,24	0,62	0,68	0,62	

Fonte: elaborado pelo autor, 2021

Figura 38 – Gráfico dos indicadores de RUP sem estratificação



Fonte: Autoria própria (2021)

A observação da Tabela 8 e da Figura 38 permite algumas análises, bem como exige explicações quanto aos resultados encontrados nos dias de medição:

- A metodologia foi aplicada para a execução da alvenaria da obra em um total de oito dias;
- Para registro, as diferentes equipes envolvidas, dia a dia na execução da alvenaria, foram anotadas e apresentadas;
- No dia 6 de medição, não havia serventes no canteiro de obras e a equipe se organizou de tal maneira que os três pedreiros revezaram na execução das funções de apoio direto e indireto, como:
 - Preparo de argamassa;
 - Organização dos insumos argamassa e tijolos no espaço de trabalho;
 - Limpeza de ferramentas;
 - Montagem de andaimes;
 - Entre outros.
- Pode-se perceber que as horas trabalhadas nos dias de medição, por vezes, não mostram um trabalho de execução de alvenaria realizado em período integral (aproximadamente 8h por operário da equipe do dia de medição), isso ocorre por alguns motivos:
 - Nos dias 5 e 7 de medição, o acompanhamento da execução de alvenaria se deu somente no turno da manhã, até as 12h desses dias. Isso porque, por outros compromissos, o acompanhamento não pode ser feito ao longo de todo o expediente de trabalho;

- No dia 3 de medição, dois dos pedreiros e um dos serventes utilizaram parte das suas horas de trabalho em outras atividades, não entrando como horas computadas para a execução de alvenaria de vedação (conforme explicado na seção 3.2.3);
- No dia 4 de medição, dois dos pedreiros utilizaram parte das suas horas de trabalho em outras atividades, não entrando como horas computadas para a execução de alvenaria de vedação (conforme explicado na seção 3.2.3).
- A maior variação de produtividade entre dois dos dias de medição se deu entre os dias 5 e 6. Isso se deu pois, no dia 5 de medição, a equipe foi composta por um pedreiro e um servente enquanto no dia 6 de medição a equipe foi composta por três pedreiros. Para maior entendimento das razões que levaram a abrupta variação de produtividade, abaixo a exposição das características da execução com cada uma das equipes apontadas:
 - No dia 5 de medição, como o servente tinha somente um pedreiro para servir em apoio direto e indireto, ficou ocioso por diversas vezes ao longo dia. Também neste dia, coube ao pedreiro a execução de paredes de alvenaria de maior complexidade em relação às executadas nos outros dias. O pedreiro executou paredes de alvenaria sobre uma escada e com grandes vãos para esquadrias, o que exigiu um grande trabalho na confecção de vergas e contravergas;
 - No dia 6 de medição, foram executadas alvenarias mais simples, com poucas amarrações e, na sua maioria, sem a necessidade de andaimes. Também, o fato de não haver servente neste dia não permitiu ociosidade alguma a qualquer dos operários que trabalharam no canteiro.
- O cálculo da RUP Potencial consistiu na média de dois dos valores de RUP Diária inferiores à RUP Cumulativa, isso pois, tendo resultado em número par os dias nos quais a RUP Diária foi inferior à RUP Cumulativa, o procedimento a se adotar é esse: a média entre os dois valores intermediários de RUP diária obtidos.

As exposições, explicações e análises acima servem, também e integralmente, para os dados e análises que serão apresentados na próxima seção (seção que trata da RUP com estratificação). Isso pois, em todos os oito dias de coleta de dados, a medição foi realizada seguindo a estratificação da ocupação do tempo da mão de obra, segundo a metodologia apontada na seção 3.2.

5.2. RUP Com Estratificação: Nível ID1

Nesta seção do trabalho são apresentados e analisados os indicadores de produtividade da mão de obra estratificados diariamente de acordo com a categoria principal de ocupação, que classifica a ocupação da mão de obra em sete diferentes classes de atividades, são elas: Trabalho Direto; Atrasos; Mobilização; Paralisações; Deslocamentos; Apoio e Exigências do Cliente.

Os dados de produtividade apresentados nesta seção são dados de produtividade diária em virtude da própria característica do Método da Estratificação, que não só trabalha com os dados dentro de um dia de serviço, como também trabalha com o desmembramento dos minutos trabalhados segundo as categorias de ocupação do tempo da mão de obra previamente definidas. Também, é importante o lembrete de que, como apresentado e explicado na seção 4.2.1, todas as RUPs calculadas neste trabalho se referem à RUP Global.

Assim sendo, para o nível ID1 da Estrutura Analítica de Ocupações, a Tabela 9, a Tabela 10 e a Figura 39 apresentam os resultados encontrados para os dados colhidos nos oito dias de medição.

Tabela 9 – RUP diária para o nível ID1

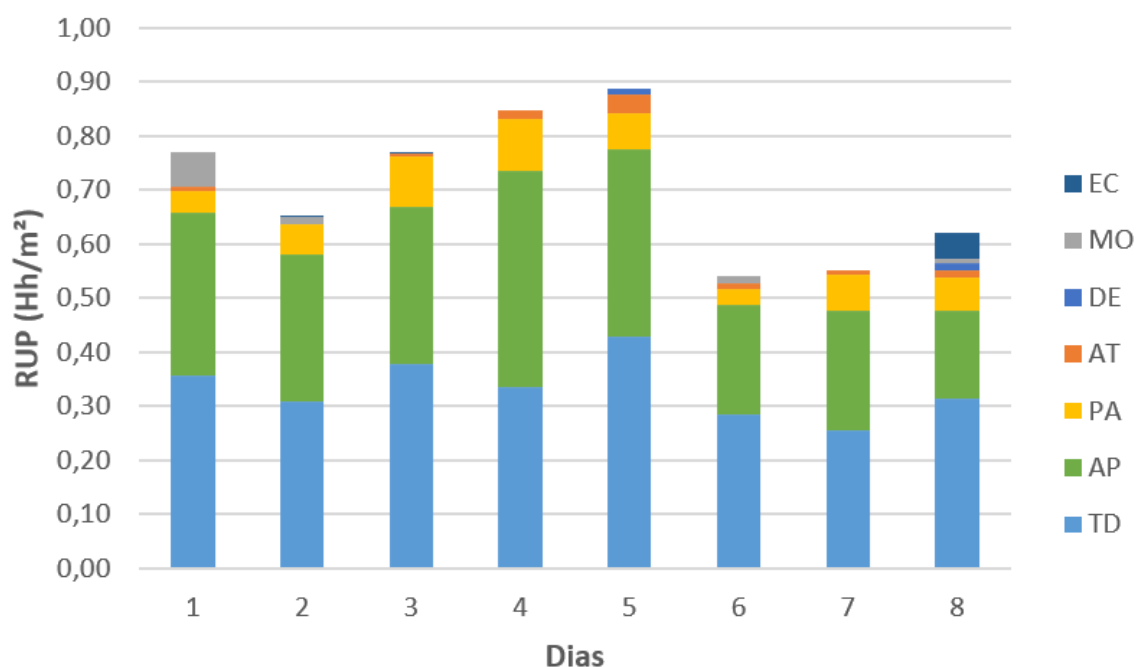
Dias de Medição	Estratificação da RUP Diária por classe de atividades do nível ID1 (Hh/m ²)							RUP Diária (Hh/m ²)
	TD	AT	MO	PA	DE	AP	EC	
1	0,36	0,01	0,06	0,04	0,00	0,30	0,00	0,77
2	0,31	0,00	0,01	0,06	0,00	0,27	0,00	0,65
3	0,38	0,00	0,00	0,10	0,00	0,29	0,00	0,77
4	0,34	0,02	0,00	0,10	0,00	0,40	0,00	0,85
5	0,43	0,03	0,00	0,07	0,01	0,35	0,00	0,89
6	0,28	0,01	0,01	0,03	0,00	0,20	0,00	0,54
7	0,26	0,01	0,00	0,07	0,00	0,22	0,00	0,55
8	0,31	0,01	0,01	0,06	0,02	0,16	0,05	0,62

Fonte: elaborado pelo autor, 2021

Tabela 10 – RUP diária para o nível ID1 em porcentagem

Dias de Medição	Estratificação da RUP Diária por classe de atividades do nível ID1 (Hh/m ²) (%)							RUP Diária (Hh/m ²)
	TD	AT	MO	PA	DE	AP	EC	
1	46%	1%	8%	5%	0%	39%	0%	0,77
2	47%	0%	2%	9%	0%	41%	0%	0,65
3	49%	1%	0%	12%	0%	37%	0%	0,77
4	40%	2%	0%	12%	0%	47%	0%	0,85
5	48%	4%	0%	8%	1%	39%	0%	0,89
6	52%	2%	3%	5%	0%	38%	0%	0,54
7	46%	1%	0%	12%	0%	40%	0%	0,55
8	50%	2%	1%	10%	2%	26%	8%	0,62

Fonte: elaborado pelo autor, 2021

Figura 39 – Estratificação da RUP Diária por classe de atividades do nível ID1 (Hh/m²)

Fonte: Autoria própria (2021)

A observação da Tabela 9, da Tabela 10 e da Figura 39 permite algumas análises, bem como exige explicações quanto aos resultados encontrados nos dias de medição:

- É possível perceber que os valores de produtividades antes encontrados no cálculo sem a estratificação, mostram-se valores constituídos, na sua maior parte, por atividades de trabalho direto e de apoio com a estratificação. Ou seja, pouco do tempo dos operários da mão de obra global foi improdutivo (em paralisações, atrasos e exigências do cliente);

- Somente no dia 4 de medição que as atividades de apoio superaram em tempo as atividades de trabalho direto. À primeira vista, já que neste dia a equipe era composta por três pedreiros e dois serventes, não se encontra a resposta para o fato. Contudo, identificado o alto período envolvido em atividades de apoio, pode-se buscar nos registros, as possíveis causas para o acontecido, são elas:
 - A betoneira, única disponível no canteiro de obras, estragou por volta das 15h e, para o seu conserto, dois dos pedreiros tomaram os seus tempos até o fim do expediente (16:30h) no auxílio ao servente para a solução da questão;
 - Em virtude da betoneira estragada, por volta das 16h faltou argamassa na frente de serviço e, assim, os pedreiros todos acabaram realizando atividades de apoio para no dia seguinte dar sequência com a execução das alvenarias;
 - Para que sejam evitadas situações como essa, propõe-se a maior atenção do mestre de obras quanto ao comando da mão de obra buscando redundâncias. Ou seja, um serviço tendo sido interrompido por algum imprevisto, a alocação imediata dos operários em outras atividades seria a melhor postura a ser adotada.
- No dia 1 de medição, perdeu-se em produtividade em função de atividades de mobilização. Significativamente, esse foi o único dia em que as atividades de mobilização interferiram na produtividade da mão de obra. Nesse dia:
 - Todos os operários trabalharam por aproximadamente 40 minutos cada um com atividades de mobilização de equipamentos e ferramentas na chegada ao canteiro de obras. Isso ocorreu pois era o primeiro dia no qual seriam executadas alvenarias de vedação na obra e, portanto, betoneira, masseiras, colheres de pedreiro, jericas, entre outros, foram trazidos para o canteiro de obras;
 - Entende-se como necessário o tempo empregado nessa atividade visto que sempre há uma necessidade de mobilização inicial dos equipamentos e ferramentas no canteiro de obras. Além disso, não se trata de uma atividade improdutiva, mas sim de uma atividade indiretamente relacionada com a execução das alvenarias, assim como o são as atividades de apoio e de deslocamento;
 - Portanto, nenhuma medida corretiva quanto a esse aspecto seria pertinente.

- No dia 5 de medição, verificou-se uma maior porcentagem do tempo empregado pela mão de obra em atrasos. Contudo, verificando-se o tempo a que essa parcela de atrasos se refere, encontra-se o valor de 15 minutos do pedreiro da equipe do dia. Ou seja, o tempo de atraso não foi excessivo perto de um dia padrão de trabalho. Porém, como nesse dia foram trabalhadas poucas horas (ver Figura 38), o efeito do atraso na produtividade foi significativo;
- No dia 8 de medição, pode-se visualizar um efeito significativo da categoria Exigências do Cliente na produtividade da mão de obra. Tal efeito ocorreu pois, como foi um dia em que o mestre de obras não se fez presente na obra, um dos pedreiros teve que tomar 2:30h no turno da manhã para fornecer orientações aos demais operários. Visto que tal categoria correspondeu a uma RUP de 0,05 Hh/m² nesse dia (ver Tabela 9), e que a RUP no dia foi de 0,62 Hh/m², esse ocorrido prejudicou a produtividade da mão de obra global nesse dia em aproximadamente 8%. Assim sendo, fez-se a seguinte análise:
 - A melhor medida aqui analisada para ser adotada seria uma postura de maior previsão quanto à necessidade de orientações a serem passadas pelo mestre de obras aos operários, isso devendo ser feito pelo mestre de obras, nos dias em que ele se encontrava presente na obra.
- Também no dia 8 de medição foi recebido um segundo carregamento de tijolos, tendo sido este o responsável por o dia 8 de medição apresentar valores de produtividade nas categorias Deslocamentos e Mobilização. Todavia:
 - Tal acontecimento é necessário para a execução das alvenarias e, então, não se identificou possibilidades de melhoria da produtividade abordando esse aspecto.
- Observa-se uma certa regularidade nos tempos dispendidos pelos operários em paralisações ao longo de todos os dias de medição. Tal fato ocorreu, pois, as paralisações se concentravam em três categorias:
 - No início de cada dia de trabalho, até ser iniciada a execução das alvenarias dispndia-se um tempo para descanso do trajeto até a obra e para o consumo de lanches;
 - Ao longo do dia de trabalho, cada operário costumava fazer pausas semelhantes entre um dia e outro, paralisando o trabalho por alguns minutos ao longo do dia todo;

- Um pouco antes do final do expediente, com mesma frequência entre os dias de medição, os operários paralisavam os serviços para consumo de lanches e para troca de vestuário, no preparo para deixarem o canteiro de obras;
- Entende-se como normal que tais atividades sejam feitas pelos operários. Inclusive, a própria obtenção de um valor baixo sobre os dados de produtividade obtidos indica o não desperdício do tempo da mão obra em atividades ligadas à categoria Paralisação.
- Com a observação dos dados expostos, observa-se uma escassez de oportunidades para uma melhora significativa da produtividade da mão de obra. Isso pois, com a exceção do dia 8 de medição (onde muito tempo se dispendeu nas atividades de Exigências do Cliente), todos os outros dias de medição identificaram atividades das categorias Trabalho Direto e Apoio como representantes de mais de 85% do tempo dispendido pela mão de obra. Dessa forma, maiores análises caberão somente ao próximo nível de estratificação, no qual, análises mais detalhadas dentro dessas classes de atividades do ID1 poderão ser feitas.

De qualquer forma, pode-se perceber que, por causa dos resultados obtidos com a estratificação no nível ID1, maiores e mais específicas considerações puderam ser feitas. Isso ocorre devido ao detalhamento da ocupação do tempo da mão de obra em atividades específicas. Isso não se pode fazer com o método tradicional, sem estratificação, pois ele permite menores considerações a partir dos resultados, bem como menores possibilidades de atuação na busca da melhoria da produtividade da mão de obra.

5.3. RUP Com Estratificação: Nível ID2

Nesta seção do trabalho, para cada uma das duas classes de atividades do ID1 que tiveram resultados expressivos sobre a produtividade da mão de obra (TD e AP), é apresentada a produtividade da mão de obra estratificada para o segundo nível de ocupação (ID2), seguindo a árvore hierárquica proposta na Figura 25. Para as demais classes de atividades do nível ID1, não mais considerações poderiam ser feitas para além daquelas levantadas na seção 5.2 deste relatório.

5.3.1. RUP para Atividades da Classe de Atividades TD do ID1

Em se falando da classe de atividades Trabalho Direto do ID1, o mesmo pode ser especificado em três classificações no ID2, são elas:

- Marcação;
- Elevação;
- Fixação.

Nos dias de medição em campo, não foi acompanhada em nenhum momento a atividade de fixação das paredes de alvenaria. Isso, pois, a mão de obra esperou algumas semanas entre a elevação da alvenaria e a sua fixação. Dessa forma, considerou-se que qualquer medição da produtividade estratificada em dias nos quais foram realizadas a fixação das alvenarias poderia comprometer a integridade dos dados levantados até então, dados de marcação e de elevação das paredes de alvenaria.

De qualquer forma, a Tabela 11, a Tabela 12 e a Figura 40 apresentam os resultados de produtividade da mão de obra para as atividades do ID2 relacionadas à classe de atividades Trabalho Direto do ID1. Da mesma forma que para o ID1, são mostrados os dados para os oito dias de medição.

Tabela 11 – RUP diária estratificada para o nível ID2 – TD (Hh/m²)

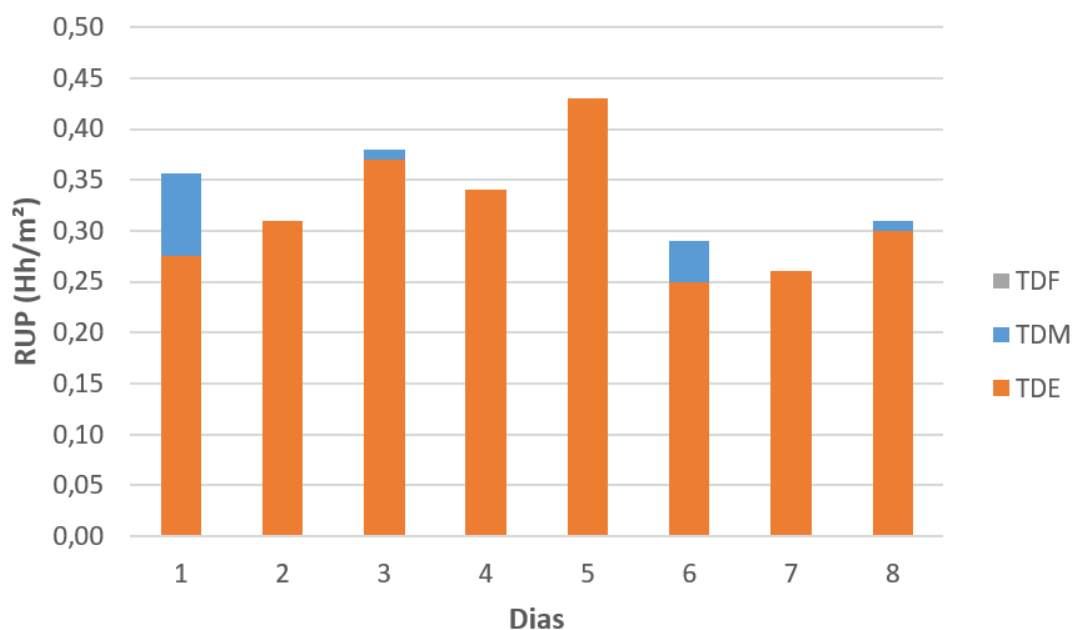
Dias de Medição	Estratificação da RUP Diária por atividade do nível ID2 para TD (Hh/m ²)			RUP Diária TD (Hh/m ²)
	TDM	TDE	TDF	
1	0,08	0,27	0,00	0,36
2	0,00	0,31	0,00	0,31
3	0,01	0,37	0,00	0,38
4	0,00	0,34	0,00	0,34
5	0,00	0,43	0,00	0,43
6	0,04	0,25	0,00	0,28
7	0,00	0,26	0,00	0,26
8	0,01	0,30	0,00	0,31

Fonte: elaborado pelo autor, 2021

Tabela 12 – RUP diária estratificada para o nível ID2 – TD (%)

Dias de Medição	Estratificação da RUP Diária por atividade do nível ID2 para TD (%)			RUP Diária TD (Hh/m ²)
	TDM	TDE	TDF	
1	23%	77%	0%	0,36
2	0%	100%	0%	0,31
3	3%	97%	0%	0,38
4	0%	100%	0%	0,34
5	0%	100%	0%	0,43
6	14%	86%	0%	0,28
7	0%	100%	0%	0,26
8	3%	97%	0%	0,31

Fonte: elaborado pelo autor, 2021

Figura 40 – Estratificação da RUP Diária por classe de atividades do nível ID2 – TD (Hh/m²)

Fonte: Autoria própria (2021)

A observação da Tabela 11, da Tabela 12 e da Figura 40 permite algumas análises, bem como exige explicações quanto aos resultados encontrados nos dias de medição:

- Visivelmente a absoluta maior parte do tempo em obra dispendido pelos pedreiros ao executar diretamente as paredes de alvenaria ocorreu na elevação delas e não nas suas marcações;
- Observa-se que em somente quatro dos oito dias de medição foi realizado o serviço de marcação. Isso, pois, manter sempre uma frente de serviço para a mão de obra

era objetivo do mestre de obras. Portanto, ele concentrava o trabalho de um ou de dois pedreiros na marcação das alvenarias de forma tal que tivesse sempre uma boa quantidade de frentes de serviço para a mão de obra. Assim, concentrava-se na execução das marcações na manhã de um dia para que à tarde do mesmo dia e por mais um ou dois dias existissem frentes de serviço disponíveis;

- As melhores produtividades da mão de obra quanto à atividade de elevação de alvenaria foram obtidas nos dias 6 e 7 de medição. Nesses dias foram executadas alvenarias de menor dificuldade no pavimento superior da residência. Na medida em que as alvenarias eram simples de serem elevadas (exigindo menos pausas e menos atividades como a amarração de paredes de alvenaria) e que não foram identificadas faltas de material nas frentes de serviço nesses dois dias, uma análise conjunta desses dados com a Figura 39 permite identificar que a melhor produtividade na atividade de elevação das alvenarias correspondeu em uma melhor produtividade da mão de obra nesses dois dias em relação aos demais;
- A pior produtividade para a mão de obra na execução do trabalho direto nas alvenarias foi a obtida no dia 5 de medição. Isso ocorreu principalmente em função da dificuldade de execução das alvenarias elevadas nesse dia, conforme explicado na seção 5.1. Todavia:
 - Por ser um aspecto natural e característico da execução das alvenarias em uma obra, sempre é mais demorado a execução de alvenarias menores, com mais amarrações e mais vergas e contravergas. Assim sendo, nenhuma medida para atuação sobre esse aspecto se faz pertinente.

5.3.2. RUP para Atividades da Classe de Atividades AP do ID1

Em se falando da classe de atividades Apoio do ID1, essa pode ser especificada em sete classificações no ID2, são elas:

- Preparação e/ou limpeza do espaço de trabalho (APL);
- Preparação de argamassa (APA);
- Preparação e reparo de equipamentos e ferramentas (APR);
- Montagem de andaimes (AMA);
- Organização dos insumos no espaço de trabalho (AOM);
- Limpeza das ferramentas (ALF);
- Ajuste da viscosidade da argamassa (AVA).

Os maiores detalhamentos quanto a todas as atividades particulares de cada uma das sete classificações do ID2 para a classe Apoio do ID1 podem ser encontrados na Tabela 6.

A Tabela 13, a Tabela 14 e a Figura 41 apresentam os resultados de produtividade da mão de obra para as atividades do ID2 relacionadas à classe de atividades Apoio do ID1. Da mesma forma que para o ID1, são mostrados os dados para os oito dias de medição.

Tabela 13 – RUP diária estratificada para o nível ID2 – AP (Hh/m²)

Dias de Medição	Estratificação da RUP Diária por atividade do nível ID2 para AP (Hh/m ²)							RUP Diária AP (Hh/m ²)
	APL	APA	APR	AMA	AOM	ALF	AVA	
1	0,09	0,11	0,01	0,01	0,06	0,03	0,00	0,30
2	0,03	0,09	0,00	0,03	0,10	0,01	0,00	0,27
3	0,05	0,09	0,00	0,04	0,10	0,01	0,00	0,29
4	0,10	0,06	0,02	0,06	0,12	0,03	0,01	0,40
5	0,00	0,08	0,00	0,04	0,23	0,00	0,00	0,35
6	0,05	0,11	0,00	0,01	0,03	0,01	0,00	0,20
7	0,02	0,06	0,00	0,02	0,11	0,01	0,00	0,22
8	0,02	0,08	0,00	0,00	0,05	0,01	0,00	0,16

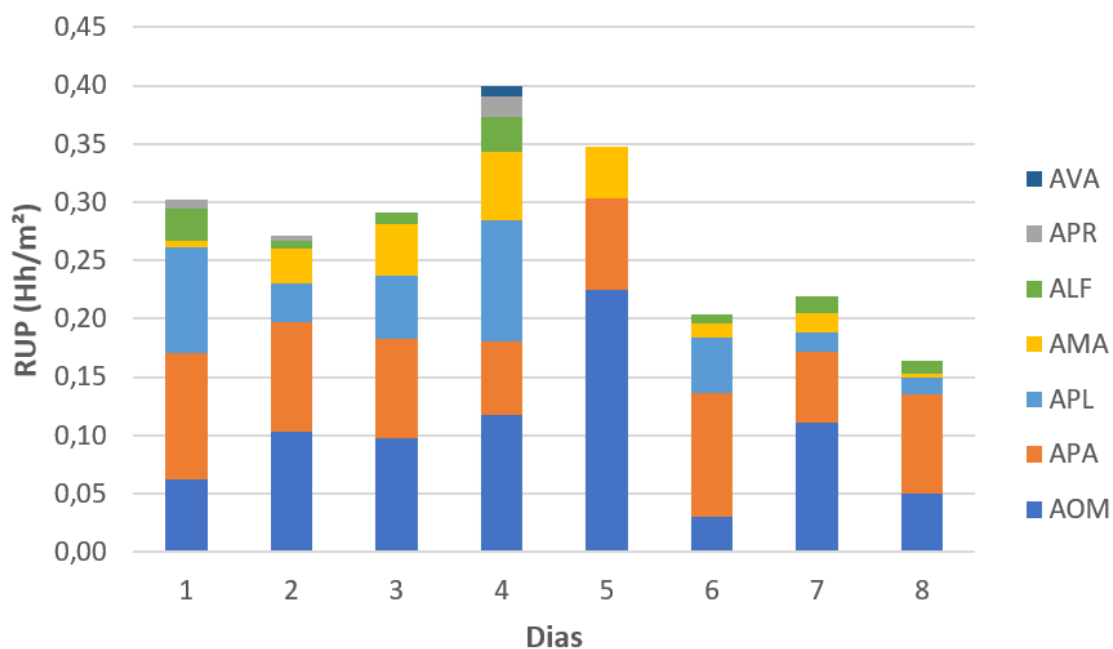
Fonte: elaborado pelo autor, 2021

Tabela 14 – RUP diária estratificada para o nível ID2 – AP (%)

Dias de Medição	Estratificação da RUP Diária por atividade do nível ID2 para AP (%)							RUP Diária AP (Hh/m ²)
	APL	APA	APR	AMA	AOM	ALF	AVA	
1	30%	36%	3%	2%	21%	9%	0%	0,30
2	12%	35%	1%	11%	38%	2%	0%	0,27
3	19%	30%	0%	15%	34%	4%	0%	0,29
4	26%	16%	5%	15%	29%	7%	2%	0,40
5	0%	22%	0%	13%	65%	0%	0%	0,35
6	24%	52%	0%	6%	15%	4%	0%	0,20
7	7%	28%	0%	7%	50%	6%	0%	0,22
8	9%	51%	0%	2%	31%	7%	0%	0,16

Fonte: elaborado pelo autor, 2021

Figura 41 – Estratificação da RUP Diária por classe de atividades do nível ID2 – AP (Hh/m²)



Fonte: Autoria própria (2021)

A observação da Tabela 13, da Tabela 14 e da Figura 41 permite algumas análises, bem como exige explicações quanto aos resultados encontrados nos dias de medição:

- Em comparação com todos os outros gráficos gerados com o emprego dos dados da estratificação neste trabalho, a Figura 41 mostra um gráfico com muitas mais variações temporais para uma mesma atividade. Percebe-se que o tempo dispendido pela mão de obra em uma determinada atividade de apoio varia muito entre os dias de medição, principalmente nas atividades de:
 - Organização dos insumos no espaço de trabalho (AOM);
 - E, preparação e/ou limpeza do espaço de trabalho (APL).
- Vista a grande variação das produtividades estratificadas obtidas nas atividades mencionadas no tópico acima, são possíveis algumas indicações de melhorias a serem adotadas pela mão de obra nessas atividades. Essas são apresentadas nos próximos tópicos desta listagem;
- Quanto às atividades de organização dos insumos no espaço de trabalho (AOM):
 - No quinto dia de medição o servente tinha somente um pedreiro para que ele servisse em apoio direto e indireto, como já mencionado;
 - Assim sendo, o servente dispendeu muito do seu tempo em obra nesse dia em atividades de organização dos insumos, porém sem a real necessidade

de serem feitas. Tudo em virtude de ter somente um pedreiro para que ele servisse;

- Recomenda-se, portanto, a não adoção de uma equipe com um pedreiro e um servente pela mão de obra da obra objeto de estudo. Já que muito do tempo do servente é dispendido no limiar entre ócio e atividades não necessárias, não se recomenda a formação da referida equipe.
- Quanto às atividades de preparação e/ou limpeza do espaço de trabalho (APL):
 - O conjunto de atividades que essa classe representa e que são expostos na Tabela 6 variaram muito de um dia para o outro na obra;
 - Contudo, mesmo com análise cuidadosa em obra, não se identificou onde poderia ser ganho em produtividade sobre essas atividades;
 - Por exemplo, no dia em que essas atividades foram mais significativas sobre a produtividade da mão de obra, no quarto dia de medição, realmente maiores atividades de limpeza e preparo de superfícies para receber alvenarias foram necessários. Principalmente pois, entre as atividades de preparo da superfície, está a execução do chapisco sobre a estrutura de concreto armado que nos dias seguintes viria a receber as paredes de alvenaria;
 - De maneira geral, as atividades aqui constantes eram realizadas quando necessárias e não somente pelos serventes, mas também pelos pedreiros, na medida em que se fizesse necessário;
 - Todavia, considera-se que a adoção do modelo racionalizado de execução de alvenarias traria ganhos de produtividade quanto às atividades desse item, pois, reduziria a necessidade de limpezas nos locais de elevação das paredes de alvenaria. De qualquer forma, o custo da adoção de tal modelo de execução não é objeto deste trabalho e, portanto, maiores inferências não podem ser feitas quanto ao ganho ao se realizar a mudança na forma de execução das alvenarias.
- Embora com alguma variação temporal ao longo dos dias de medição, as atividades de preparo da argamassa de assentamento (APA) necessitaram, em média, de 0,09 Hh/m² para a execução das alvenarias. A pouca variação temporal da produtividade dessas atividades é indício de que o tempo dispendido pelos serventes no preparo da argamassa se faz necessário. Uma melhora de produtividade poderia ser obtida adotando-se outra metodologia de execução das alvenarias empregando, por exemplo, argamassa estabilizada entregue por fornecedores especializados em

obra. Todavia, o custo da adoção de tal metodologia de execução não é objeto deste trabalho e, portanto, maiores inferências não podem ser feitas quanto ao ganho real em produtividade ao se realizar a mudança na forma de execução das alvenarias;

- Pode-se perceber pouca influência da classe de atividades AMA nos valores de produtividades definidos para as atividades de Apoio. Isso ocorreu pois os andaimes utilizados na obra foram:
 - Andaimes de madeira já fabricados em etapas anteriores da obra, sendo necessário somente o deslocamento deles para onde fossem necessários para elevação das paredes de alvenaria;
 - De estrutura tubular metálica com pranchas de madeira para assoalho. Esses andaimes possuem características de fácil montagem e desmontagem, não sendo necessário elevados tempos para se trabalhar com eles;
 - Portanto, quanto ao trabalho com andaimes, não há sugestões que visem melhorar a produtividade da mão de obra na execução das alvenarias de vedação.
- Pode-se perceber pouca influência da classe de atividades ALF nos valores de produtividades definidos para as atividades de Apoio. Isso ocorre, pois, pouco tempo era dispendido pelos operários limpando as ferramentas e equipamentos. Na maioria dos dias de medição, essa atividade era reservada aos últimos minutos do expediente e dedicada principalmente à limpeza de jericas, pás de juntar e colheres de pedreiro. Dessa forma:
 - Assim como outras atividades já apresentadas como necessárias, a limpeza das ferramentas se fazia necessária, até mesmo para evitar com que estragassem. Visto que os dados da categoria ALF não representam uma parcela significativa da produtividade diária, também não é pertinente a adoção de medidas que visem a melhoria da produtividade da mão de obra buscando-se alguma ação sobre as atividades dessa natureza.
- As demais classes de atividades da classe Apoio do ID1 pouco influenciaram sobre o valor de produtividade da mão de obra obtidos para a obra objeto deste trabalho. Portanto, maiores detalhamentos sobre as mesmas não se fazem necessários.

Após analisadas as classes de atividades, de ambos os níveis de estratificação com maiores influências sobre os valores de produtividade da mão de obra, considera-se finalizada a análise sobre os dados obtidos.

6. Conclusões

Neste capítulo são elaboradas as considerações finais acerca do estudo realizado, com ênfase no cumprimento dos objetivos propostos, nas principais conclusões obtidas e no fornecimento de sugestões para trabalhos futuros que tratem de semelhante tema.

6.1. Em Relação ao Objetivo Geral

Visto que o objetivo geral deste trabalho consistia na condução de uma análise da produtividade da mão de obra na execução do serviço de alvenaria de vedação com emprego do método da Produtividade Estratificada, pode-se considerá-lo atingido. Isso pois, em se tratando deste objetivo, os indicadores de produtividade da mão de obra foram gerados para todas as classes de atividades que importante papel tiveram sobre os valores de produtividade encontrados e que, após esses serem gerados, fizeram-se análises sobre os dados obtidos.

6.2. Em Relação aos Objetivos Específicos

Quanto ao cumprimento de cada objetivo específico apresentado na seção 1.2.2, tem-se que:

- Teve-se sucesso na elaboração de uma Estrutura Analítica de Ocupações para a execução de alvenaria de vedação, podendo ser utilizada como ferramenta de trabalho em estudos futuros que apliquem o mesmo método;
- Conseguiu-se o objetivo de mensuração da produtividade estratificada da mão de obra para as principais classes de atividades desenvolvidas pelos operários ao longo dos dias de acompanhamento em obra;
- Tanto pela exposição dos objetos do trabalho realizada na seção 4 deste relatório, quanto pela apresentação de resultados feita na seção 5 deste trabalho, considera-se atingida a atribuição de contexto e de conteúdo específicos do serviço de execução de alvenaria da obra aos dados de produtividade mensurados;
- Obteve-se sucesso ao se identificar as classes de atividades denominadas Trabalho Direto do ID1 e Trabalho Direto de Elevação do ID2 como as atividades mais significativas em termos de efeitos sobre a produtividade da mão de obra (RUP) na execução da alvenaria de vedação;
- Os valores encontrados na seção 5 do trabalho indicaram um bom emprego do tempo da mão de obra em atividades produtivas, tendo pouca representação na produtividade da mão de obra as classes de: paralização; atrasos e exigências do

cliente. Portanto, não tendo sido identificada uma baixa produtividade ou medidas claras a serem adotadas pelos operários para solução de problemas graves de produtividade, considera-se que o objetivo de identificar e aplicar soluções para baixa ou incompatível produtividade não se aplicou ao estudo de caso deste trabalho.

6.3. Considerações Finais

Infelizmente, as características da obra objeto do estudo impossibilitaram tanto a aplicação dos resultados obtidos após a análise dos resultados quanto a comparação dos valores de produtividade encontrados com outros trabalhos.

Impossibilitada a comparação numérica dos indicadores de produtividade da mão de obra, optou-se pela adoção de sugestões descritivas para se obter alguma melhoria de produtividade da mão de obra empregada na obra objeto deste estudo. Tais soluções tendo sido repassadas à equipe de obra foram bem recebidas e têm a possibilidade de serem empregadas futuramente em outras obras.

A mão de obra teve a característica de apresentar pouco tempo dispendido em atividades fora das classes Trabalho Direto e Apoio, dificultando ou, em alguns casos até mesmo impossibilitando, maiores análises para a melhoria da produtividade da mão de obra.

Como mencionado, as principais classes de atividades envolvidas na execução foram as atividades de Trabalho Direto e de Apoio para o nível ID1. Isso era esperado por estar sendo considerada a RUP Global, em virtude das características da obra. Na RUP Global, já que todas as atividades de apoio, seja direto ou indireto, têm mensurados os seus efeitos sobre a produtividade, era esperado que, a partir da análise dos dados, o Apoio fosse uma das principais classes de atividades.

Haja em vista que, ao longo do período de medição em campo não houve falta de material no canteiro de obras, e que também não foram necessários grandes períodos de paralisação, a representatividade das atividades improdutivas sobre os dados obtidos foi muito pequena.

Como esperado, foi verificado que paredes com menores dimensões e áreas de alvenaria com números maiores de cantos influenciaram negativamente nos valores de produtividade obtidos. A execução de amarrações, vergas e contravergas são atividades que demandam maior tempo dos operários, comprometendo negativamente a produtividade.

As análises realizadas permitiram identificar que a adoção de novas metodologias executivas pode levar a grandes efeitos sobre a produtividade. É o caso da adoção da alvenaria racionalizada, que empregaria projeto de execução de alvenarias e blocos específicos para a construção das paredes. Evitando-se a necessidade de quebra de tijolos com a colher de pedreiro para a execução das paredes, a atividade torna-se mais eficiente.

As análises realizadas também permitiram identificar que a adoção de modalidades diferentes de fornecimento de materiais pode levar a grandes efeitos sobre a produtividade. Esse seria o caso do emprego de argamassa estabilizada para a execução das alvenarias. Tal emprego poderia diminuir a quantidade de serventes nas equipes em alguns dos dias de execução, mantendo-se a quantidade de alvenarias elevadas nesses dias, a produtividade seria melhorada significativamente.

Contudo, tanto a adoção de novos sistemas e de projetos para a execução das alvenarias, quanto a opção pelo emprego da argamassa estabilizada não são objetos de estudo deste trabalho. Assim sendo, maiores consequências da relação uso ou não uso dessas medidas podem ser fruto de um futuro trabalho de pesquisa na área da produtividade da mão de obra.

Pode-se considerar que: a obra objeto deste estudo, para o serviço analisado, é uma obra eficiente. Isso pois, tendo-se empregado o método da Produtividade Estratificada, identificou-se pouco tempo da mão de obra dispendido em atividades improdutivoas. Por outro lado, uma análise maior da eficiência e mesmo da eficácia da obra como um todo não foi objeto de estudo deste trabalho.

Por exemplo, não foi considerado neste estudo que, em virtude de ter sido empregado o método tradicional de execução de alvenarias, serão necessários cortes e rasgos nas paredes para o embutimento das instalações complementares. Tal característica executiva é ineficiente na medida em que formaliza o retrabalho (execução das alvenarias; cortes e rasgos; enchimento dos espaços deixados). Outro ponto não considerado no estudo foi a questão da qualidade, eficácia, da execução da estrutura de concreto armado da obra, aspecto que pode levar a maiores ou a menores complicações para a execução de alvenarias e influenciar na produtividade.

Além disso, por ser uma obra com característica de pouco tempo da mão de obra dispendido em atividades improdutivoas, pouco eficiente foi a aplicação do método em si nessa obra. Entendeu-se, a partir do estudo, que o método melhor se aplica em obras e em serviços que apresentem pouco rendimento. Nesses casos, a aplicação do método tem todas as possibilidades de trazer ganhos reais e significativos para a produtividade da mão de obra. De

qualquer forma, os dados obtidos pelo método, como aqueles obtidos neste trabalho, podem servir de informação de entrada em planejamentos e orçamentos.

6.4. Sugestões Para Trabalhos Futuros

Através da realização deste trabalho, algumas possibilidades de condução de outros estudos relacionados foram identificadas, são elas:

- Aplicação do Método da Estratificação para o serviço de execução de alvenaria em duas ou mais obras que possuam semelhantes objetos de entrada e de saída. Assim, seria possível uma melhor análise numérica dos valores obtidos com o processamento dos dados de campo, bem como um melhor apontamento de soluções para a melhoria das piores produtividades identificadas;
- Desenvolver um trabalho que empregue do Método de Estratificação para outros serviços de construção, em especial, serviços considerados mais complexos em relação ao de alvenaria de vedação. Por exemplo, a execução de estruturas de concreto armado;
- Elaborar um estudo que desenvolva, aplique e valide Estruturas Analíticas de Ocupação da Mão de Obra para diversos serviços dentro da construção civil. Exemplos seriam: revestimentos de gesso, execução de contrapisos, pinturas, fôrmas para concreto armado, entre outros. Assim, o estudo forneceria uma base de Estruturas Analíticas para muitos outros trabalhos serem feitos, trabalhos que, bem aplicados, podem fornecer um resultado positivo quanto a melhoria da produtividade na construção civil do nosso país.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, L.; CARMEN, H.; CARVALHO, M. **A New Model of Productivity Management as an aid to Deadline Management**. Proceedings of the 19th International CIB World Building Congress, 2013, Brisbane: Queensland University of Technology.2013.

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**. Dissertacao (Mestrado em Engenharia Civil). Escola Politecnica, Programa de Pos-Graduacao em Engenharia Civil. Universidade de Sao Paulo. Sao Paulo, 2000.

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

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

CARVALHO, M.; 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.

FACHINI, A. C. **Subsídios para o aprimoramento da programação da execução de estruturas de concreto armado no nível operacional**. 2006. 22 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

FALETTI, M.; GHISLENI, R. H. **Diretrizes para melhoria da qualidade e produtividade no serviço de alvenaria de vedação**. Trabalho de Conclusão do Curso – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2012.

HERBAZMAN, Z.; ELLIS, R. **Reserch of factors influencing construction productivity**. **Construction, Management and Economics**, New York, v. 8, n. 1, p. 49-61, 1990.

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.

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.

MASSETTO, L. T.; SABBATINI, F. H. **Deformações estruturais e resistência das alvenarias de vedação**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2000, Salvador. Anais... Salvador: ANTAC, 2000. p. 01 - 08.

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.

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. **O processo construtivo de edifícios de alvenaria estrutural sílico-calcária**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1984.

SANDERS, S. R.; THOMAS, H. R. **Factors affecting masonry-labor productivity**, Journal of Construction Engineering and Management, v. 117, n. 4, p. 626-644, 1991.

SOARES, S.R.; BATISTA, B.C. &FREITAS, R.R.(2016). **IPSPA: Análise da produtividade da mão de obra na construção civil: estudo de caso em uma empresa do Espírito Santo**. Brazilian Journal of Production Engineering (BJPE). 2 (1): 137-149. ISSN: 2447-5580

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

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

THOMAS, H. R.; YIAKOUMIS, I. Factor model of construction productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 113, n. 4, p. 623-639, dec. 1987.

THOMAS, H. R.; SMITH, G. R. **Procedures manual for collecting productivity and related data of labor-intensive activities on commercial construction projects: masonry**. Pennsylvania: University Park, 1990. (The Pennsylvania Transportation institute Report).

WALTER, T. K. **Análise da Produtividade da mão de obra no serviço de execução da alvenaria.**
Trabalho de Conclusão do Curso – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2018.