

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

BARBARA DAL PIVA SELHORST

**ESTUDO DE CASO SOBRE A PRODUTIVIDADE DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO
DE BLOCOS CERÂMICOS EM UMA OBRA RESIDENCIAL NA CIDADE DE
CAMPO MOURÃO-PR**

CAMPO MOURÃO

2021

BARBARA DAL PIVA SELHORST

**ESTUDO DE CASO SOBRE A PRODUTIVIDADE DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO
DE BLOCOS CERÂMICOS EM UMA OBRA RESIDENCIAL NA CIDADE DE
CAMPO MOURÃO-PR**

**Case study on the productivity of ceramic block sealing masonry in a
residential work in the city of Campo Mourão-PR**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador: Prof. Dra. Fabiana Goia Rosa de Oliveira

CAMPO MOURÃO

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

BARBARA DAL PIVA SELHORST

**ESTUDO DE CASO SOBRE A PRODUTIVIDADE DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO
DE BLOCOS CERÂMICOS EM UMA OBRA RESIDENCIAL NA CIDADE DE
CAMPO MOURÃO-PR**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador: Prof. Dra. Fabiana Goia Rosa de Oliveira

Data de aprovação: 01/Dezembro/2021

Fabiana Goia Rosa de Oliveira

Doutorado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Jorge Luís Nunes de Góes

Doutorado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Adalberto Luiz Rodrigues de Oliveira

Mestrado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

CAMPO MOURÃO

2021

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por permitir que eu chegasse onde estou, sempre guiando meu caminho e me dando forças para continuar.

Aos meus pais, Beatriz e Sérgio, que mesmo longe se fizeram presente e sempre me apoiaram e fizeram o impossível para que eu chegasse até aqui, gratidão eterna.

À minha irmã, companheira, confidente e amiga Gabriela, que me auxiliou no desenvolvimento desse trabalho, estando presente em todos os momentos da minha vida mesmo à distância, me apoiando e aconselhando para que eu percorresse o melhor caminho e que nesse último ano me proporcionou muito amor e felicidades com a chegada do Antônio, meu sobrinho.

Ao meu namorado Bruno, pelo apoio, paciência, compreensão e companheirismo, e também à sua família, que se tornou a minha família do Paraná.

À minha orientadora, Fabiana Goia, por todos os ensinamentos durante o percorrer da graduação, em especial nesse momento, pela disponibilidade, paciência, clareza, carinho, dedicação e suporte que me concedeu para a realização desse trabalho em um período de tempo tão curto.

Aos meus amigos e amigas, pelos momentos de descontração e também pelos grupos de estudo, que agregou muito durante a graduação.

E a todos os professores, minha gratidão por todos os ensinamentos ao longo desses anos.

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo sobre a produtividade da mão de obra na etapa de vedação de uma obra, mais especificamente, na execução de alvenaria de blocos cerâmicos de um sobrado residencial localizado na cidade de Campo Mourão – PR. Assim, diariamente foram feitas visitas técnicas para a coleta de dados de entrada e saída, ou seja, para a quantificação da mão de obra do serviço realizado. Posteriormente, foi realizado o cálculo da Razão Unitária de Produção (RUP) onde foi possível identificar os fatores que influenciaram na produtividade global e também na diária. Por fim, comparou-se os índices obtidos com índices presentes nos referenciais teóricos e, concluiu-se com os resultados, que a obra apresentou uma produtividade indesejável, principalmente devido a fatores relacionados ao método construtivo adotado, em que pilares, vergas e contra vergas são moldadas *in loco*. Assim, esse estudo mostrou-se importante para uma melhoria no planejamento da obra como um todo e também de etapas específicas, e conseqüentemente, na produtividade do serviço realizado.

Palavras-chave: produtividade; alvenaria de vedação; razão unitária de produção; blocos cerâmicos.

ABSTRACT

This paper presents a study on the productivity of labor in the sealing stage of a work, more specifically, in the execution of masonry of ceramic blocks in a residential house located in the city of Campo Mourão – PR. Thus, daily technical visits were made to collect input and output data, that is, to quantify the labor of the service performed. Subsequently, the calculation of the Unit Production Ratio (RUP) was performed, where it was possible to identify the factors that influenced the global productivity and also the daily rate. Finally, the indices obtained were compared with indices present in the theoretical references and, it was concluded with the results, that the work presented an undesirable productivity, mainly due to factors related to the construction method adopted, in which pillars, lintels and counter lintels are molded in place. Thus, this study proved to be important for an improvement in the planning of the work as a whole and also of specific stages, and consequently, in the productivity of the service performed.

Keywords: productivity; sealing masonry; unit ratio of production; ceramic blocks.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Marcação das paredes a partir dos eixos de referência	17
Figura 2 – Aplicação da argamassa de assentamento e pressão sob o bloco...	18
Figura 3 – Controle do prumo das paredes e do nível da fiada	19
Figura 4 – Descrição de produtividade em um processo	22
Figura 5 – Produtividade da mão de obra	23
Figura 6 – Diferentes tipos de RUP	25
Figura 7 – Produtividade da mão de obra na execução da alvenaria de tijolo cerâmico furado	26
Figura 8 – Bloco cerâmico utilizado	29
Figura 9 – Parede com espessura de 14cm.....	30
Figura 10 – Parede com espessura de 9 cm.....	31
Figura 11 – Sistema montado em obra para transporte vertical de argamassa.	31
Figura 12 – Armazenamento de cimento e cal virgem.....	32
Figura 13 – Armazenamento de blocos cerâmicos	33
Figura 14 - Pilares e contra verga executados	34
Figura 15 – Pilares e verga executados.....	34
Figura 16 – Alvenaria executada e pilares concretados até meia altura	36
Figura 17 - Alvenaria executada e pilares concretados até meia altura	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dados e RUPs do pavimento térreo	37
Quadro 2 – Dados e RUPs do pavimento superior.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensões nominais de blocos cerâmicos de vedação - VED.....	16
Tabela 2 - Características exigidas para os blocos cerâmicos de vedação	17
Tabela 3 – Levantamento de indicadores de produtividade da mão de obra.....	26
Tabela 4 – Cálculo das RUP's da alvenaria interna	27

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – RUP oficial com base diária, cumulativa e potencial do pavimento térreo.....	38
Gráfico 2 - RUP direta com base diária, cumulativa e potencial do pavimento térreo.....	38
Gráfico 3 - RUP oficial com base diária, cumulativa e potencial do pavimento superior.....	42
Gráfico 4 - RUP direta com base diária, cumulativa e potencial do pavimento superior.....	42

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
PDCA	Planejar, Fazer, Verificar e Agir
RUP	Razão Unitária de Produção
TCPO	Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos
VED	Vedação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	13
2.1	Objetivo geral	13
2.2	Objetivos específicos	13
3	JUSTIFICATIVA	14
4	REFERENCIAL TEÓRICO	15
4.1	Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos	15
4.2	Produtividade	19
4.3	Medição da produtividade	22
4.4	Razão Unitária de Produção – RUP	23
5	METODOLOGIA	29
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
6.1	Resultados e análise de fatores – pavimento térreo	36
6.1.1	Comparação com rups dos referenciais teóricos citados	40
6.2	Resultados e análise de fatores – pavimento superior	40
6.2.1	Comparação com rups dos referenciais teóricos citados	44
7	CONCLUSÃO	45
	REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, as empresas em geral buscam melhorias para as atividades/processos que as mesmas executam, com o objetivo de alcançar níveis satisfatórios de qualidade segundo as expectativas dos clientes. A ferramenta *Plan, Do, Check and Act* (PDCA), em português significa Planejar, Fazer, Verificar e Agir, identifica as causas e consequências de um problema a ser resolvido. Além disso, observa o que pode ser melhorado para evitar os obstáculos, ou que seja simples de resolvê-los.

Na indústria da construção civil, desde a realização do orçamento de uma determinada edificação, deve-se ter um bom planejamento e controle de todas as dificuldades que podem surgir. No entanto, os profissionais devem estar capacitados para possíveis contratempos. Assim, em um ambiente de riscos e incertezas, o objetivo é reduzir custos e desperdícios, ou seja, aumentar a racionalização de materiais e serviços, sem perder o padrão de qualidade.

Um dos métodos utilizado é o controle da produtividade do colaborador conforme a atividade que o mesmo tenha executado. A partir disso, pode-se melhorar a eficiência e a qualidade da atividade executada, trazendo benefícios para a empresa, para o cliente e para o próprio funcionário.

Devido a mão de obra e os materiais utilizados na execução de alvenaria de vedação de blocos cerâmicos ser uma parte considerável do orçamento de uma edificação, o estudo da produtividade dessa etapa é de grande importância para identificação de possíveis falhas no processo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar a produtividade da mão de obra na execução da alvenaria de vedação de blocos cerâmicos de seis furos com dimensões de 14x19x9cm, por meio do acompanhamento desta etapa da construção, e as possíveis interferências desta atividade no desenvolvimento da obra.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar um estudo teórico sobre a produtividade e sobre a etapa de alvenaria de vedação com a utilização de blocos cerâmicos;
- Executar medições diárias da elevação da alvenaria em edificações;
- Comparar os resultados dos índices de produtividade encontrados com outros referenciais teóricos.

3 JUSTIFICATIVA

A busca por algum diferencial devido o amplo mercado competitivo presente em diversos setores da economia, inclusive no setor da construção civil, fez com que a implementação de inovações seja algo fundamental para que uma empresa tenha destaque sobre as outras. No setor da construção civil, um fator importante a ser mencionado é o controle da produtividade e da qualidade da mão de obra dos serviços prestados, ou seja, por meio de métodos de medição de uma atividade, a empresa poderá estudar melhor os processos construtivos adotados, para assim, corrigir falhas detectadas nesses processos.

No Brasil, o método construtivo mais utilizado atualmente é a alvenaria de vedação com blocos cerâmicos, que é denominado de método construtivo convencional. Além do custo ser menor comparado a blocos de concreto, uma das vantagens de utilizar esse tipo de alvenaria é a leveza das peças dos blocos, o que facilita seu manuseio e transporte, melhorando a produtividade do serviço. Porém, devido a leveza das peças, um mesmo lote pode possuir peças com irregularidades pois quebram com mais facilidade, o que pode causar um aumento em perdas e desperdício de material.

Em função das suas interfaces, a vedação assume um papel na edificação, que a torna um elemento fundamental para o planejamento e organização da produção da obra, ou seja, a falta ou uma má execução desses dois itens, podem ocasionar interferências entre outros serviços subsequentes (CHALITA, 2010). Portanto, um bom planejamento e controle não só da produtividade, mas de todo o processo construtivo que antecede o assentamento da alvenaria, pode trazer benefícios como uma previsão mais precisa do consumo da mão de obra e do tempo necessário para execução de cada serviço, podendo assim, aprimorar processos construtivos e alcançar os objetivos traçados pela empresa. Neste contexto, este trabalho pretende estudar a produtividade da mão de obra na execução da etapa de alvenaria de vedação com blocos cerâmicos e identificar os fatores que influenciam nessa produtividade.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos

As paredes de alvenaria que possuem como função apenas a vedação são dimensionadas para resistirem apenas a cargas do seu peso próprio. Pode-se citar como exemplo, as paredes de alvenaria utilizadas para o fechamento de vãos da maioria dos edifícios construídos pelo processo construtivo tradicional, ou seja, aquele em que são empregadas estruturas de concreto armado moldado no local com utilização de fôrmas de madeira e vedações com blocos cerâmicos ou com blocos de concreto (LORDSLEEM, 2012).

As alvenarias de vedação são designadas a compartimentar espaços, preenchendo os vãos de estruturas seja ela de concreto armado, aço ou outro tipo. Tais alvenarias suportam cargas de utilização como armários, rede de dormir, além do seu peso próprio. Essa alvenaria deve apresentar também, adequada resistência às cargas laterais estáticas e dinâmicas, advindas, por exemplo, da ação do vento, impactos ambientais e outros (THOMAZ et al, 2009).

A fase de preparação para execução da alvenaria é constituída por etapas como, planejamentos prévios referentes à organização do canteiro e otimização do uso de equipamentos, de ferramentas e também da mão de obra, visando melhorar continuamente o processo de produção. Um dos itens a serem considerados na parte de planejamentos é o levantamento dos materiais e equipamentos que serão utilizados em cada etapa (SILVA et al, 2008).

Outro fator importante para ser mencionado nesse assunto são os blocos cerâmicos utilizados na execução dessas alvenarias de vedação. Segundo Thomaz et al (2009), esses blocos, “[...] devem atender à norma NBR 15270-1, a qual, além de definir termos, fixa os requisitos dimensionais, físicos e mecânicos exigíveis no recebimento.” Segundo a NBR 15270-1 (2017), as dimensões de fabricação (largura – L, altura – H e comprimento – C) devem ser correspondentes a múltiplos e submúltiplos do módulo dimensional $M = 10 \text{ cm menos } 1 \text{ cm}$, conforme dimensões padronizadas indicadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Dimensões nominais de blocos cerâmicos de vedação - VED

Dimensões modulares L x H x C Módulo dimensional M = 10 cm	Dimensões nominais cm					
	Largura L	Altura H	Comprimento C			
			Bloco principal	1/2 bloco		
	(1) M x (1) M x (2) M	9	9	19	9	
(1) M x (1) M x (5/2) M	24			11,5		
(1) M x (3/2) M x (2) M	19			9		
(1) M x (3/2) M x (5/2) M	24			11,5		
(1) M x (3/2) M x (3) M	29			14		
(1) M x (2) M x (2) M	19			9		
(1) M x (2) M x (5/2) M	24			11,5		
(1) M x (2) M x (3) M	29			14		
(1) M x (2) M x (4) M	39			19		
(5/4) M x (5/4) M x (5/2) M	11,5			11,5	24	11,5
(5/4) M x (3/2) M x (5/2) M		24	11,5			
(5/4) M x (2) M x (2) M		19	9			
(5/4) M x (2) M x (5/2) M		24	11,5			
(5/4) M x (2) M x (3) M		29	14			
(5/4) M x (2) M x (4) M		39	19			
(3/2) M x (1) M x (5/2) M		14	9		24	11,5
(3/2) M x (1) M x (3) M					29	14
(3/2) M x (2) M x (2) M					19	9
(3/2) M x (2) M x (5/2) M					24	11,5
(3/2) M x (2) M x (3) M	29			14		
(3/2) M x (2) M x (4) M	39			19		
(2) M x (2) M x (2) M	19			19	19	9
(2) M x (2) M x (5/2) M					24	11,5
(2) M x (2) M x (3) M					29	14
(2) M x (2) M x (4) M					39	19
(5/2) M x (5/2) M x (5/2) M		24	24		24	11,5
(5/2) M x (5/2) M x (3) M					29	14
(5/2) M x (5/2) M x (4) M					39	19

Fonte: Adaptado de ABNT. NBR 15270-1 (2017).

Além disso, as características que os blocos cerâmicos devem apresentar, de acordo com a norma NBR 15270-1, são resumidas na Tabela 2.

Tabela 2 - Características exigidas para os blocos cerâmicos de vedação.

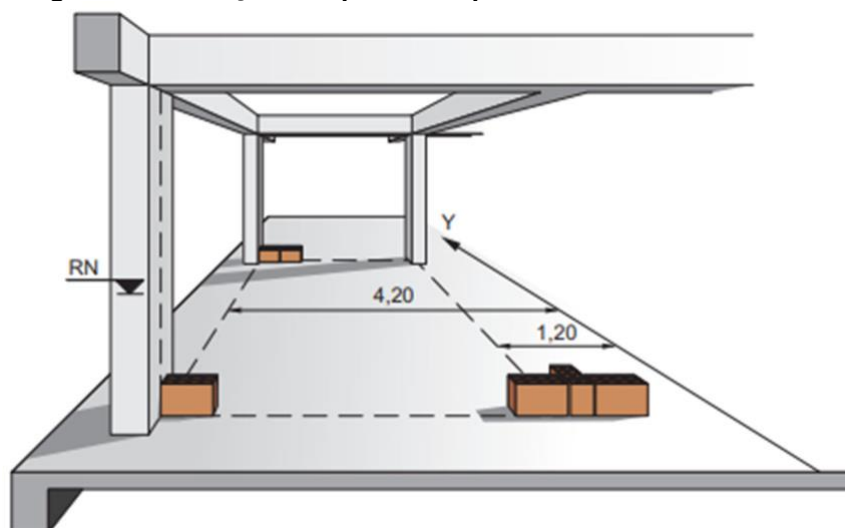
Características visuais	Não apresentar quebras, superfícies irregulares ou deformações
Forma	Prisma reto
Tolerância dimensional individual relacionada à dimensão relativa	± 5 mm (largura, altura ou comprimento)
Tolerância dimensional relacionada à média das dimensões efetivas	± 3 mm (largura, altura ou comprimento)
Espessura das paredes internas dos blocos	≥ 6 mm
Espessura das paredes externas dos blocos	≥ 7 mm
Desvio em relação ao esquadro	≤ 3 mm
Planeza das faces	Flecha ≤ 3 mm
Resistência à compressão (área bruta)	$\geq 1,5$ MPa (para furos na horizontal)
	$\geq 3,0$ MPa (para furos na vertical)
Índice de absorção de água (AA)	$8\% \leq AA \leq 22\%$

Fonte: Adaptado de Thomaz et al (2009).

Tão importante quanto os fatores mencionados anteriormente, a argamassa de assentamento utilizada deve também atender a requisitos estabelecidos pela norma NBR 13281. Thomaz et al (2009), recomendam a utilização de argamassas mistas, ou seja, compostas por cimento, areia e cal hidratada, podendo ser preparada em obra ou industrializada. O cimento exerce papel importante na aderência e na resistência mecânica já a cal propicia menor módulo de deformação às paredes.

A execução da alvenaria deve iniciar-se pelas extremidades ou pelas ligações com outros elementos da edificação, como demonstrado na Figura 1.

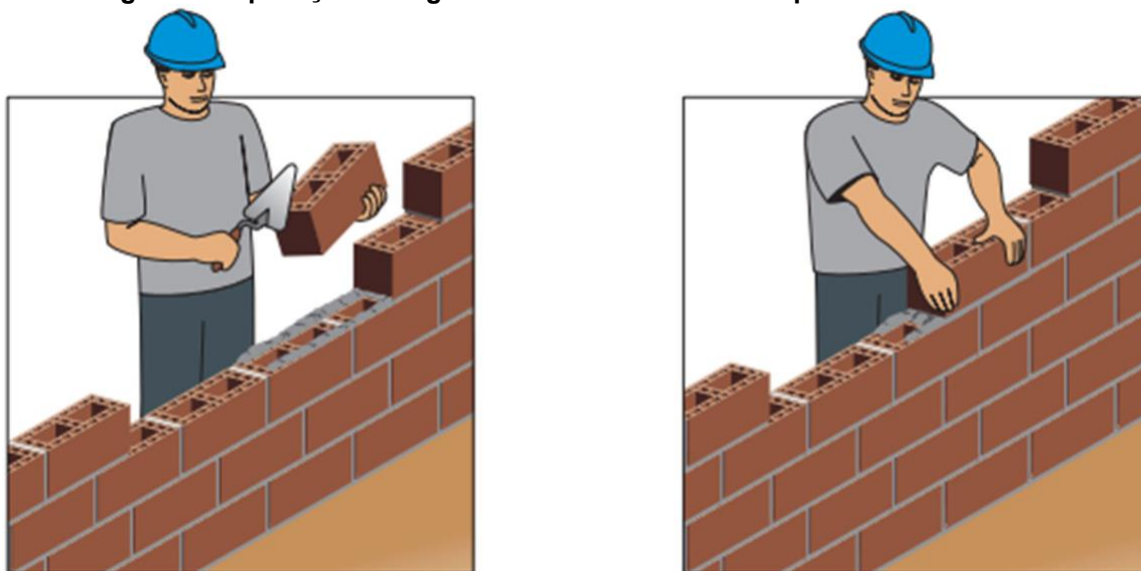
Figura 1 – Marcação das paredes a partir dos eixos de referência.



Fonte: Thomaz et al (2009).

Os blocos devem ser assentados de maneira escalonada, nivelados e apurados com os blocos da primeira fiada. Para isso, a argamassa deve ser aplicada sobre a superfície horizontal da fiada anterior e na face lateral do bloco a ser assentado, em quantidade suficiente para que no momento que ele for assentado sob pressão, seja expelido uma certa porção, como demonstrado na Figura 2. Além disso, aconselha-se promover o levantamento de meia-altura de parede em um dia e completa-la somente no dia seguinte, para que a primeira metade adquira certa resistência (Thomaz et al, 2009).

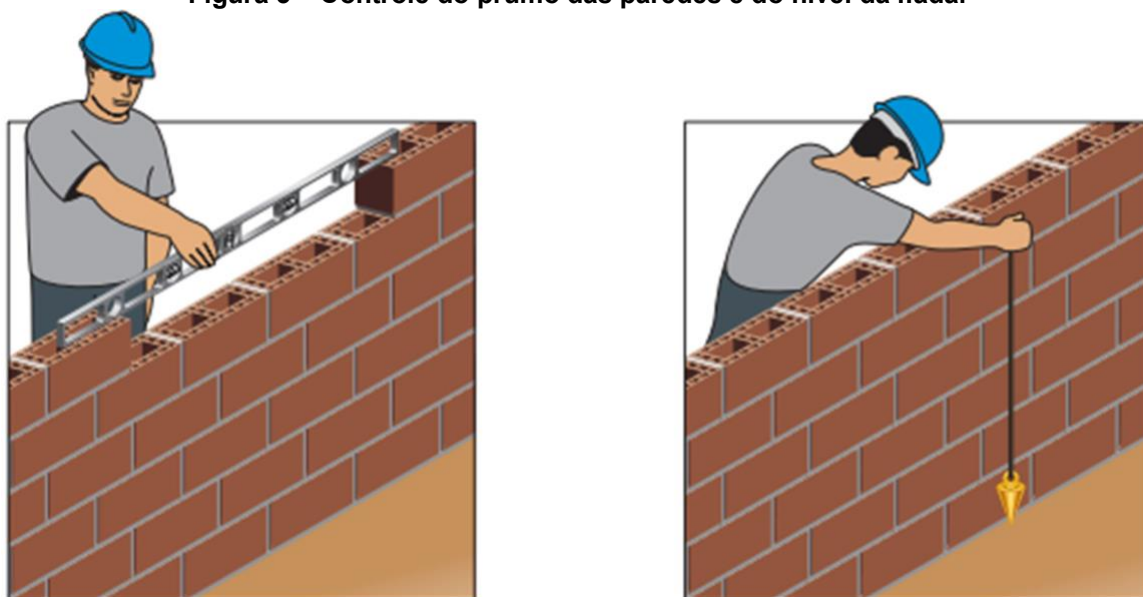
Figura 2 – Aplicação da argamassa de assentamento e pressão sob o bloco.



Fonte: Thomaz et al (2009).

Para o alinhamento vertical da alvenaria, geralmente utiliza-se o prumo. E após a execução da alvenaria nas extremidades, é utilizado como guia uma linha esticada a cada fiada, garantindo assim, o nivelamento e o prumo de todas as fiadas, como demonstrado na Figura 3, (YAZIGI, 2009).

Figura 3 – Controle do prumo das paredes e do nível da fiada.



Fonte: Thomaz et al (2009).

Paredes em alvenaria são elementos tradicionalmente e frequentemente aplicados na construção, devido a isso são comumente responsáveis por desperdícios em obra. Além disso, possuem profunda relação com a ocorrência de patologias, influenciam uma grande porcentagem do custo total da obra e por fim, vão determinar grande parte do desempenho da edificação como um todo. Portanto, é de grande importância buscar a otimização dos recursos relacionados a essa alvenaria. (LORDSLEEM, 2012).

4.2 Produtividade

A construção vem sendo considerada, há muitos anos, uma indústria caracterizada pela baixa produtividade da mão de obra e alguns dos motivos que fazem com que ela seja vista dessa forma são os baixos salários vigentes, o caráter nômade dos canteiros de obras, a absorção de mão de obra com baixa qualificação e a alta rotatividade dos empregados das construtoras (SOUZA, 2006).

A falta de planejamento e controle estão entre as principais causas da baixa produtividade do setor da construção civil, de suas elevadas perdas e da baixa qualidade dos produtos finais. Portanto, gerenciar e planejar passa a ter forte impacto no desempenho da produção da empresa, pois sem essas ações os empreendimentos perdem de vista indicadores como prazo, custo e lucro, por exemplo (MATTOS, 2010).

Entretanto, mesmo que tenha feito um planejamento prévio de todas as atividades e recursos envolvidos na execução de um serviço, é possível ocorrer eventos que escapem à normalidade que é o caso das intempéries como chuva, vento, frio ou calor em excesso podendo assim, interromper ou diminuir sensivelmente o ritmo de trabalho dos operários. Todavia, anormalidades ocorrem também devido a falhas no processo que poderiam ser evitadas como atraso nas entregas de materiais, quebras de equipamentos por falta de manutenção preventiva, entre outros (CARRARO, 1998).

Ribeiro (2014) afirma que: “Estudos sobre o aumento de produtividade concluem que um trabalho executado repetidas vezes, sem interrupções e em grandes quantidades resulta na experiência da mão de obra e conseqüentemente na melhoria do desempenho.” No entanto, de forma a evitar desperdícios no processo produtivo, é importante padronizar os projetos, os procedimentos e até mesmo a mão de obra.

Segundo Souza (2006), pessoas distintas podem agregar valores diferentes ao que foi produzido. Assim, definir o que é a produtividade depende do objetivo de produção do sistema analisado. Ou seja, ela pode ser definida como sendo o grau em que um sistema atinge um determinado objetivo de produção.

Para medir a quantidade de serviço produzida e o tempo que foi gasto por um operário ou uma equipe em cada ciclo de produção, pode ser utilizado o índice de produtividade. Com os dados coletados pode-se calcular a produtividade das equipes ou de cada operário e por meio dos resultados obtidos, verificar a eficácia de determinadas ações que foram implantadas em tal atividade (BOGADO, 1998).

Carraro (1998) aponta que dentre os benefícios possíveis de serem alcançados com o estudo da produtividade da mão de obra e que podem contribuir para a evolução do setor, estão:

- Previsão do consumo da mão de obra, por exemplo montando um banco de dados particularizado de determinada empresa;
- Previsão de duração dos serviços, podendo ser útil no dimensionamento das equipes com base no cronograma da obra;
- Avaliação e comparação de resultados, por meio de medições diárias em uma mesma obra, entre obras da mesma empresa ou entre obras de empresas diferentes;
- Aperfeiçoamento de métodos construtivos.

De acordo com Falcão (2010), os fatores que fazem com que se tenha uma grande variação da produtividade da mão de obra estão relacionados com o empreendimento que esteja sendo analisado. Como por exemplo, o tipo de obra, as características da gerência da empresa, da mão de obra envolvida, da logística e também do método de trabalho adotado.

Segundo Souza (2006), esses fatores influenciadores da produtividade podem ser observados sob os diferentes pontos de vista:

- Da obra em questão (por exemplo, as condições climáticas de cada dia, a existência ou não de mão de obra suficiente no decorrer do serviço, etc.);
- Da comparação com outras obras (por exemplo, se usa ou não a grua para transporte de blocos, a remuneração dos operários, etc.);
- Da comparação entre diferentes regiões de localização (por exemplo, o nível de emprego vigente na região, a postura do sindicato local, etc.).

Araújo et al (2001) afirmam que existem dois grandes grupos de fatores que afetam a produtividade da mão de obra. Um deles está relacionado ao conteúdo do trabalho que precisa ser feito e abrange os componentes físicos do mesmo, detalhes de projetos, entre outros. O outro grupo está relacionado ao ambiente de trabalho e como ele é organizado e gerenciado. Segundo os mesmos autores tais fatores podem ser divididos em categorias, como:

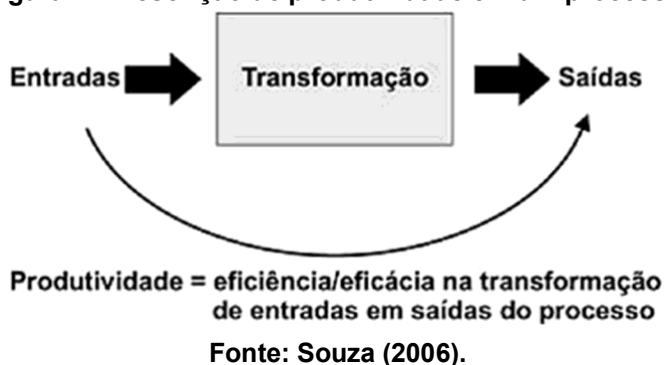
- **Características do produto:** Tratando-se das alvenarias, seria por exemplo, a localização e caracterização geométrica das paredes;
- **Materiais e componentes:** A possibilidade de combinações de materiais faz com que aumente o grau de diversificação na maneira de se executar um mesmo serviço, com isso, torna-se mais difícil alcançar a redução de custos e o aumento de racionalização;
- **Equipamentos e ferramentas:** A escolha da ferramenta/equipamento deve ser feita considerando-se uma maior racionalização do serviço e a melhora ergonômica do operário, para assim, acarretar em um aumento da produtividade;
- **Mão de obra:** A formação da equipe (funções e quantidade de operários) que irá executar um determinado serviço, é um fator de extrema relevância na produtividade dessa mão de obra

4.3 Medição da produtividade

Existem diversas maneiras para realizar a medição de um determinado serviço. Uma muito usual na construção civil é por meio de medições diárias. Segundo Coêlho (2003), todos os dias no final do turno de trabalho dos funcionários a medição dos serviços deve ser feita. Com os dados em mãos, pode-se preparar um relatório que destaca a produtividade de cada operário e auxilia na determinação e solução dos problemas encontrados. Com isso, pode-se contribuir também para um melhor desempenho do serviço de cada um, demonstrando o que gerou baixa produtividade.

Além disso, Souza (2006), explica que eficiência é fazer rapidamente certas coisas e eficácia é fazer rapidamente coisas certas. Ou seja, em um processo envolvendo a transformação de entradas em saídas, produtividade seria a eficiência (e, na medida do possível, a eficácia) na transformação de tais entradas em saídas cumprindo com objetivos previstos para o processo, como demonstrado na Figura 4.

Figura 4 – Descrição de produtividade em um processo.



Do ponto de vista físico, essa produtividade pode ser definida também como a eficiência (e, na medida do possível, a eficácia) na transformação do esforço dos trabalhadores em produtos de construção, como ilustrado na Figura 5.



A produtividade pode ser medida por um índice parcial, denominado Razão Unitária de Produção (RUP), em que a razão entre entradas e saídas é expressa como homens-hora despendidos por quantidade de serviço realizado (ARAÚJO et al, 2001).

4.4 Razão Unitária de Produção – RUP

Índice é a incidência de cada insumo na execução de uma unidade de serviço. Portanto, ele é expresso como unidade de tempo por unidade de trabalho (h/kg, h/m², min/un., dia/m³ etc.). Inversamente a ele, a produtividade é a quantidade de unidades de trabalho produzida em um intervalo de tempo específico, geralmente hora. Assim, o índice pode também ser chamado de Razão Unitária de Produção (RUP). Então, quanto menor a RUP, maior a produtividade e vice-versa (MATTOS, 2010).

Normalmente na construção civil, os índices de produtividade são dados em homens-horas por metro quadrado (Hh/m²) ou em homens-hora por metro cúbico (Hh/m³). Tais índices são resultantes da divisão de toda a mão de obra empregada na construção de uma edificação, desde o início até a sua conclusão, pela área ou volume da etapa de serviço em que se estiver mensurando (COÊLHO, 2003). Dessa maneira obtém-se a Equação 1 a seguir:

$$RUP = \frac{Hh}{Q_{serviço}} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

RUP: Razão Unitária de Produção (Hh/m²);

Hh: somatório das horas gastas para execução dos serviços (homens*hora);

Qserviço: quantidade de serviço produzida para cada ciclo de produção (m²).

Segundo Soares et al. (2017), a partir da Razão Unitária de Produção é possível calcular a produção diária média por oficial. Matematicamente, é feito conforme a Equação 2.

$$\text{Produção diária média} = \frac{\frac{\text{Média Qserviço}}{\text{Média duração serviço}}}{\text{Média número de oficiais}} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

Produção diária média: produção (m²/homem*dia);

Média Qserviço: quantidade de serviço produzida (m²);

Média duração serviço: quantidade de dias gastos para execução dos serviços (dias);

Média número de oficiais: quantidade de oficiais gastos para execução dos serviços.

Segundo Lordsleem (2012), podem-se ter diferentes tipos de RUP a depender do período de tempo a qual estão relacionadas as entradas e saídas. São elas:

- RUP diária:

Calculada a partir dos valores de homens-hora e quantidade de serviço realizado em um dia de trabalho;

- RUP cumulativa:

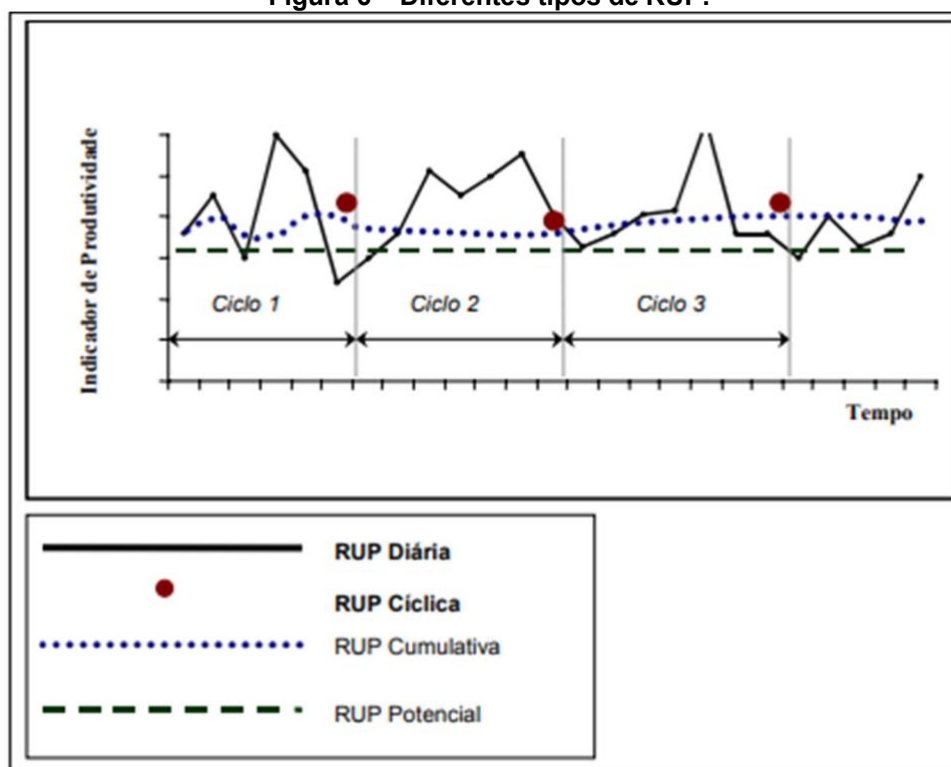
Calculada a partir dos valores de homens-hora e quantidade de serviço realizado em um intervalo de tempo entre o primeiro dia que se estudou a produtividade até o dia em questão;

- RUP potencial:

Representativa de um bom desempenho e passível de ser realizada mais de uma vez na obra em questão. É a mediana das RUP's diárias cujos valores estejam abaixo do valor da RUP cumulativa ao final do período de estudo.

Além desses tipos de RUP's, Araújo et al (2001) citam também a RUP cíclica em que se estuda a produtividade por meio de RUP's cujos períodos analisados são intermediários entre a RUP diária e a cumulativa. Ou seja, é analisado o ciclo inteiro da execução de um determinado serviço. Esses diferentes tipos de Razão Unitária de Produção podem ser observados na Figura 6.

Figura 6 – Diferentes tipos de RUP.



Fonte: Araújo et al (2001).

As medições das entradas, ou seja, a coleta dos homens-hora dados diariamente em um determinado serviço, pode ser feito de diferentes formas: por meio de cartão ponto, de observações contínuas ou também por intermédio de conversas com o encarregado de tal serviço. Para as medições das saídas, deve-se obter a quantidade de serviço executado e a caracterização de tal serviço (ARAÚJO et al, 2001).

O manual de metodologias e conceitos do SINAPI elaborado pela Caixa Econômica Federal (2020) afirma que devido as grandes variações que a RUP diária apresenta, os serviços devem ser observados em uma sequência de dias.

Em relação a produtividade variável para o serviço de assentamento de alvenaria, a Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO) (2010) separa a alvenaria em cinco tipos em função dos componentes que são feitas: de tijolo cerâmico furado, de blocos para alvenaria de vedação, de blocos para alvenaria estrutural, de componentes de concreto celular e de tijolos de barro. E para cada grupo desse, tem-se a produtividade da mão de obra e o consumo unitário tanto de blocos quanto de argamassa de assentamento.

Na Figura 7, estão ilustradas as faixas de valores de produtividade para a alvenaria de tijolo cerâmico furado. Nela as faixas de valores para pedreiros e para

ajudantes diretos são mostradas separadamente. Além disso, essas faixas estão associadas aos fatores que levam a uma expectativa pior (proximidade maior ao extremo direito) ou melhor (mais próxima do extremo esquerdo) quanto ao valor do indicador de produtividade (TCPO, 2010).

Figura 7 – Produtividade da mão de obra na execução da alvenaria de tijolo cerâmico furado.

Mínima = 0,51		Média = 0,64	Máxima = 0,74
Produtividade do pedreiro (Hh/m²)			
Não preenchimento de juntas verticais	Preenchimento de juntas verticais		
Densidade média da alvenaria/m ² de parede/m ² de piso	Densidade alta ou baixa da alvenaria/m ² de parede/m ² de piso		
Presença quase que exclusiva de paredes na altura usual	Presença significativa de paredes altas ou baixas demais		
Pouco tempo para executar um pavimento (prazos enxutos)	Muito tempo para executar um pavimento (prazos extensos)		
Paredes de espessuras pequenas	Paredes de espessuras grandes		
Baixa rotatividade	Alta rotatividade		
Pagamento conforme acordado	Falha no pagamento dos operários		
Material disponível	Falta do material		
Equipamento de transporte vertical disponível	Quebras ou indisponibilidade de equipamento de transporte vertical		
Produtividade do servente (Hh/m²)			
Mínima = 0,31		Média = 0,38	Máxima = 0,44

Fonte: Adaptado de TCPO (2010).

Soares et al. (2017) levantaram o índice de produtividade de um prédio comercial de 18 pavimentos em Minas Gerais. O acompanhamento foi realizado em um período de três meses, sendo possível avaliar o levantamento de 5 pavimentos a começar pelo sexto pavimento. Os resultados obtidos estão ilustrados na Tabela 3.

Tabela 3 – Levantamento de indicadores de produtividade da mão de obra.

Pavimento	Quantidade de alvenaria utilizada (m ²)	Duração do serviço (dias)	Horas trabalhadas	Número de oficiais	Hh (Homens-hora)	RUP (Hh/m ²)
6º	428,09	10	88	4	352	0,82
7º	428,09	10	88	5	440	1,03
8º	428,09	7	61	6	366	0,85
9º	428,09	9	79	6	474	1,11
10º	428,09	11	88	5	440	1,03
MÉDIA RUP (Hh/m²)						0,97

Fonte: Adaptado de Soares et al (2016).

Por meio da Tabela 3, pode-se perceber que há uma oscilação nos valores da RUP de cada pavimento, isso ocorre devido a diversos fatores diretamente relacionados a produtividade, como já foi falado anteriormente. Além disso, comparado aos valores das faixas da TCPO (2010) ilustrados na Figura 7, percebe-se que a média de 0,97 Hh/m² encontrada está um pouco acima da média de 0,64 Hh/m², ou seja, o valor encontrado quer dizer que houve uma baixa produtividade.

Segundo Soares et al. (2017) o valor não atingiu o esperado, por ser a primeira vez que a construtora edifica com a utilização do projeto de alvenaria de vedação racionalizada. Além de outros problemas encontrados como ausência de paletes para organização dos blocos cerâmicos a serem distribuídos no local de uso e também a rotatividade de funcionários, que pode ser percebido no número de oficiais em cada pavimento na Tabela 3.

Falcão (2010) no processo de alvenaria interna dos pavimentos 4, 5 e 6, obteve o seu melhor índice igual a 0,21 Hh/m² quando os pedreiros diretamente envolvidos no serviço e os serventes que os auxiliam de maneira exclusiva, chamados de equipes diretas, executaram um novo pavimento tipo (no caso, o 5º), o qual foi iniciado das paredes com maiores áreas, sendo essas as mais fáceis de serem executadas, proporcionando uma produção alta em um intervalo de tempo curto, como pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4 – Cálculo das RUP's da alvenaria interna.

Pavimento	Data	Dias	Hh		Produção (m ²)		RUP (Hh/m ²)		
			Diária	Cum.	Diária	Cum.	Diária	Cum.	Pot.
4º	06/10/2009	1	36	36	89,9	89,9	0,40	0,40	
	07/10/2009	2	36	72	65,59	155,49	0,55	0,46	
	08/10/2009	3	28	100	81,06	236,55	0,35	0,42	
	09/10/2009	4	10	110	28,8	265,35	0,35	0,41	
	09/10/2009	5	14	124	67,13	332,48	0,21	0,37	
5º	13/10/2009	6	38	162	109,89	442,37	0,35	0,37	0,35
	14/10/2009	7	28	190	76,74	519,11	0,36	0,37	
	15/10/2009	8	14	204	28,71	547,82	0,49	0,37	
6º	19/10/2009	9	36	240	91,51	639,33	0,39	0,38	
	20/10/2009	10	36	276	101,18	740,51	0,36	0,37	
	21/11/2009	11	36	312	103,75	844,26	0,35	0,37	

Fonte: Adaptado de Falcão (2010).

Segundo Falcão (2010) a falta de materiais e o deslocamento de uma das equipes diretas para outras atividades comprometeram a produtividade nesses

pavimentos. Ele comenta também, que um fator preponderante para a baixa produtividade é a falha na comunicação entre os integrantes da equipe direta com a indireta, sendo essa última, equipes envolvidas indiretamente no serviço, como por exemplo operador de guincho ou betoneira.

Gallo (2016) no estudo de caso da obra A, edifício residencial de quatro pavimentos, analisou a produtividade de alvenaria do quarto pavimento. O melhor índice de RUP oficial foi de 0,90 Hh/m² correspondendo a uma produtividade 21,62% inferior à menor produtividade proposta pela TCPO. Assim, a produtividade foi consideravelmente baixa, pois quanto menor o valor da RUP, melhor é a produtividade.

Segundo Gallo (2016), a baixa produtividade ocorreu devido a diversos fatores como, mobilização da equipe, falta de materiais (blocos cerâmicos e cal), demora para entrega e descarregamento dos materiais faltantes e também, montagem e concretagem de vergas moldadas in loco. Além disso, nos últimos dias foram realizadas atividades menos produtivas como paredes mais curtas, finalização das vergas e assentamento da última fiada em cima delas.

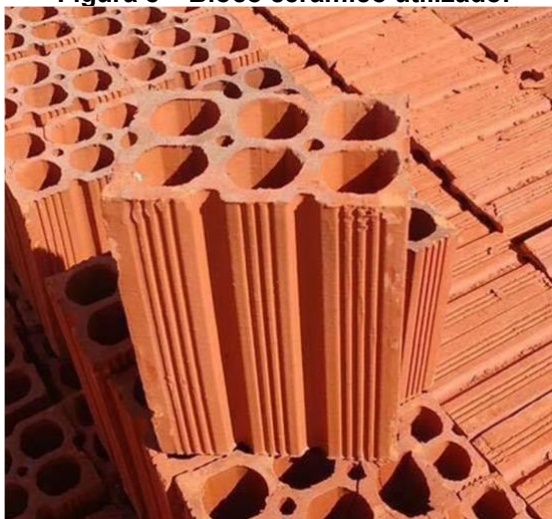
5 METODOLOGIA

O estudo de caso sobre a produtividade da mão de obra na execução da alvenaria com a utilização de blocos cerâmicos foi realizado em uma obra residencial de um sobrado localizado na área urbana do município de Campo Mourão – PR. A área total a construir é de 292,62 m² e o seu acabamento será de padrão médio. O pavimento térreo possui uma área a construir de 179,06 m², distribuídos em: garagem, sala/cozinha, lavabo, área de lazer, lavanderia e poço de luz. O pavimento superior possui uma área a construir de 113,56 m², distribuídos em: suíte com varanda, dois quartos e um banheiro social.

Diariamente, foram realizadas visitas técnicas no final do expediente, com o intuito de levantar os dados necessários para a análise da produtividade da elevação da alvenaria. As principais informações coletadas foram: quantidade de colaboradores envolvidos, tempo gasto e metragem de alvenaria elevada. Para uma melhor visualização, também foram feitos registros fotográficos. Além disso, foi possível identificar os fatores que influenciaram diretamente e indiretamente a produtividade.

A execução da alvenaria foi realizada com a utilização de blocos cerâmicos comuns de 6 furos, conforme ilustrado na Figura 8, com dimensões de 9 cm x 14 cm x 19 cm.

Figura 8 – Bloco cerâmico utilizado.



Fonte: autoria própria (2021).

O assentamento do bloco cerâmico do pavimento térreo foi realizado de modo que todas as paredes tenham 14 cm de espessura, ou seja, como popularmente é conhecido “bloco deitado ou em uma vez”, conforme demonstrado na Figura 9.

Figura 9 – Parede com espessura de 14cm.



Fonte: autoria própria (2021).

Já no pavimento superior, além de paredes com a espessura de 14 cm, também foram executadas paredes em que a espessura foi de 9 cm, ou seja, como popularmente é conhecido “bloco em pé ou em meia vez”, conforme demonstrado na Figura 10.

Figura 10 – Parede com espessura de 9 cm.



Fonte: autoria própria (2021).

Além disso, no assentamento dos blocos, as juntas verticais e horizontais são argamassadas com argamassa produzida no local e transportada horizontalmente por meio de carrinhos de mãos e verticalmente por meio de baldes em um sistema de grua montada em obra com corda e roldana, como ilustrado na Figura 11.

Figura 11 – Sistema montado em obra para transporte vertical de argamassa.



Fonte: autoria própria (2021).

Conforme a NBR 12655 e a NR-18, o cimento e a cal virgem foram armazenados em cima de paletes, em local seco, arejado, protegido da ação de chuva, em pilhas de até 15 unidades, pois ficaram retidos por um período inferior a 15 dias no canteiro de obra, como pode ser observado na Figura 12.

Figura 12 – Armazenamento de cimento e cal virgem.



Fonte: autoria própria (2021).

Já os blocos cerâmicos, como ilustrado na Figura 13, foram armazenados diretamente sobre o solo e o empilhamento dos mesmos foi superior a 1,50 metros de altura, o que não é recomendado. Além disso, a areia também foi armazenada diretamente sobre o solo e exposta às intempéries, ou seja, de maneira incorreta.

Figura 13 – Armazenamento de blocos cerâmicos.



Fonte: autoria própria (2021).

A argamassa de assentamento foi preparada na obra com o traço de 1:2:8, ou seja, para cada medida de cimento é utilizado 2 medidas de cal hidratada e 8 de areia. O primeiro passo para a realização da argamassa de assentamento, foi fazer a hidratação da cal virgem (aditivo), que nada mais é que a mistura de cal e água. Sendo necessário, deixar essa mistura em repouso durante um período de tempo para que ocorra a “queima” da cal. Finalizado o processo de hidratação da cal, coloca-se na betoneira a areia junto com a cal hidratada, bate por alguns minutos até formar uma massa homogênea e por fim, acrescenta-se o cimento e bate novamente.

As ferramentas utilizadas no serviço foram colher de pedreiro, mangueira de nível, carrinho de mão, esquadro, furadeira, trena, prumo, marreta de borracha, andaime de madeira, linha de nylon e nível de régua para auxiliar na verificação do prumo. Como são ferramentas convencionais, não proporciona um aumento da produtividade.

Como demonstrado nos anexos, as caracterizações dos pavimentos térreo e superior, identificam uma quantidade considerável de pilares, portas e janelas, fazendo com que as paredes de alvenaria em si, não possuam grandes comprimentos.

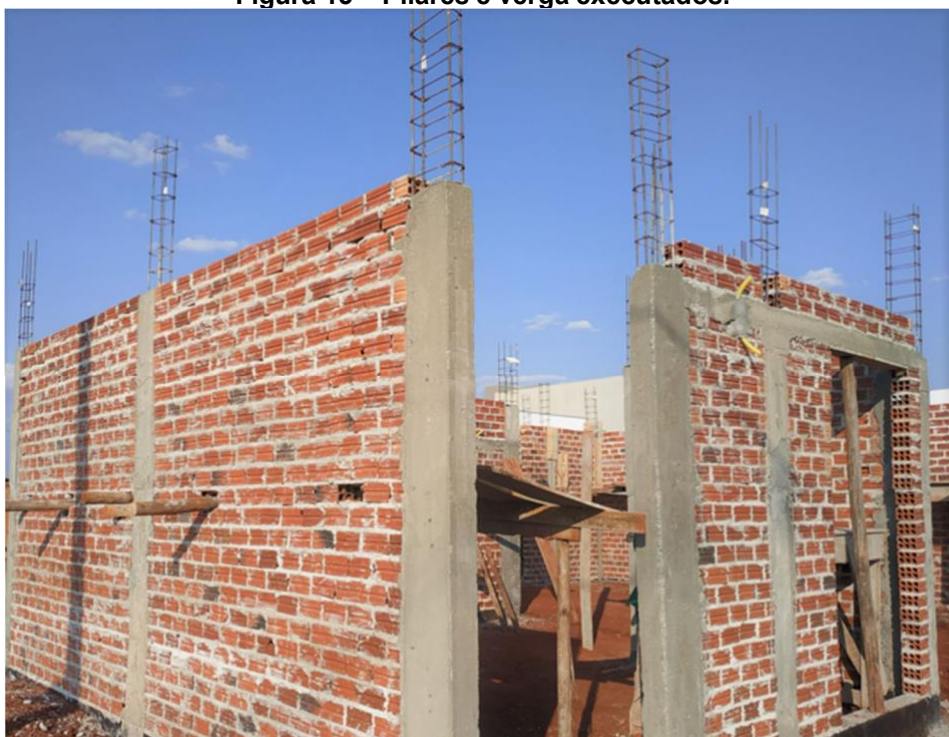
Assim como os pilares, as vergas e contra vergas foram moldadas no local, conforme ilustrado na Figura 14 e Figura 15. Portanto, tais características também não são favoráveis ao aumento da produtividade.

Figura 14 - Pilares e contra verga executados.



Fonte: autoria própria (2021).

Figura 15 – Pilares e verga executados.



Fonte: autoria própria (2021).

Em relação a mão de obra, a execução da alvenaria do pavimento térreo contou na maioria dos dias com três colaboradores, sendo dois oficiais elevando a alvenaria e um ajudante auxiliando diretamente no preparo da argamassa de assentamento e no transporte horizontal de materiais e equipamentos necessários. Somente durante três dias que devido à um imprevisto de outra obra, foram mais um oficial e mais um ajudante. Na execução da alvenaria do pavimento superior, a equipe contou com um ajudante a mais, totalizando então dois oficiais e dois ajudantes. Os colaboradores envolvidos são registrados na construtora responsável pela obra, portanto, receberam um valor fixo mensal, não obtendo nenhum acréscimo salarial em caso de aumento da produção.

Para a avaliação da RUP, padronizou-se alguns aspectos importantes, assim como Souza (2006) utilizou. São eles:

- Mão de obra contemplada: referente aos colaboradores envolvidos direta ou indiretamente no objetivo final, a RUP foi calculada considerando-se a mão de obra oficial (produtividade somente dos oficiais) e a mão de obra direta (produtividade dos ajudantes acrescidos no grupo de oficiais);
- Horas de trabalho: foi considerado o tempo que o colaborador está no canteiro de obra pronto para trabalhar. Ou seja, horas paralisadas por conta de falta de material ou ferramenta, não são descontadas dessas horas de trabalho, porém, horário de almoço e ausência por motivos particulares, são descontadas das horas de trabalho;
- Quantificação das saídas: foi adotada como área de alvenaria, somente a quantidade realmente executada, descontando-se vãos existentes no trecho em avaliação, como de portas e janelas;
- Período de tempo: a RUP foi calculada com base diária, acumulada e potencial.

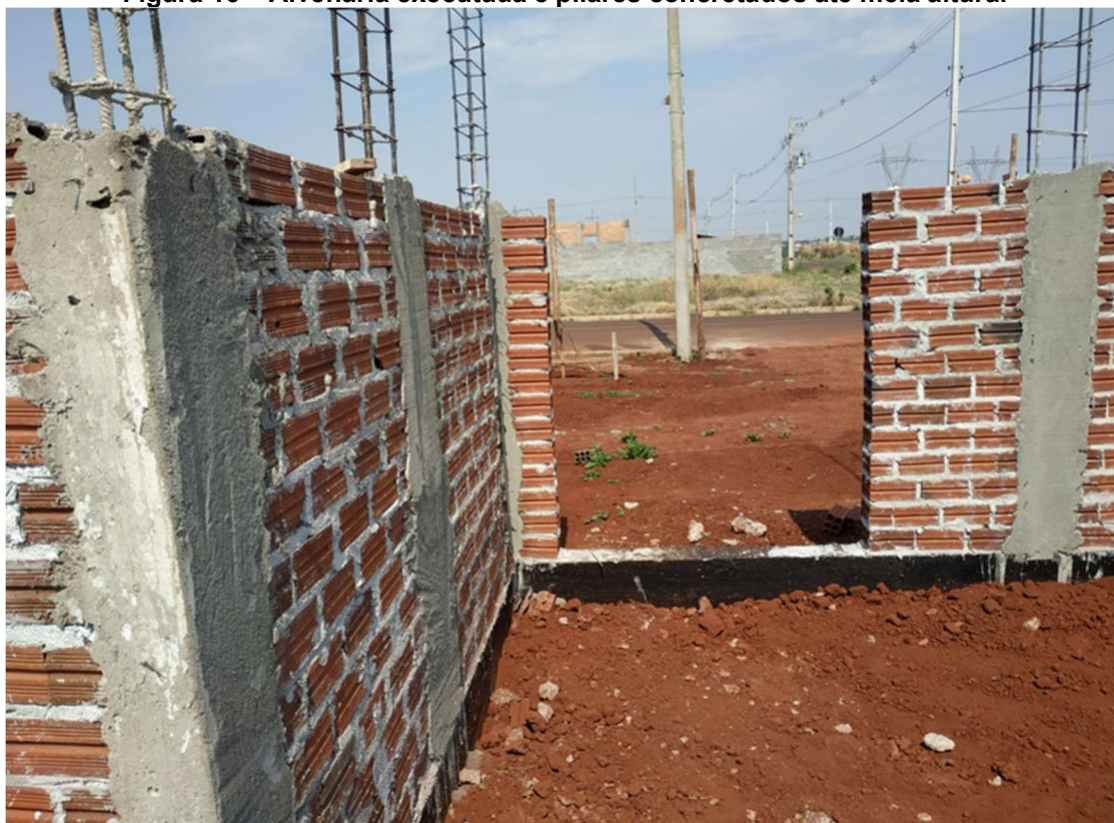
Os índices coletados foram registrados e a Razão Unitária de Produção foi calculada por meio de uma planilha. Para a melhor visualização e compreensão dos resultados, os mesmos foram plotados em gráficos. Com isso, foi feita análise dos resultados obtidos para identificação dos fatores que influenciaram em uma maior ou menor produtividade a cada dia. Por fim, tais resultados foram comparados com referenciais presentes na literatura.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Resultados e análise de fatores – pavimento térreo

No pavimento térreo, a estratégia adotada pela equipe de trabalho, foi levantar a alvenaria de todo o perímetro até meia altura, concretar os pilares até essa altura, como ilustrado na Figura 16, para somente prosseguir nos dias seguintes com o assentamento da alvenaria até a altura final. O pé direito desse sobrado residencial foi de 3,20 metros, na parte superior da laje concretada, portanto, a alvenaria foi levantada até uma altura de 2,90 metros para que fossem executadas as vigas de 30 cm.

Figura 16 – Alvenaria executada e pilares concretados até meia altura.



Fonte: autoria própria (2021).

No Quadro 1 são apresentados os dados numéricos de entrada e saída que foram coletados diariamente na obra, inclusive os valores obtidos das RUPs oficial e direta com base diária, cumulativa e potencial.

Quadro 1 – Dados e RUPs do pavimento térreo.

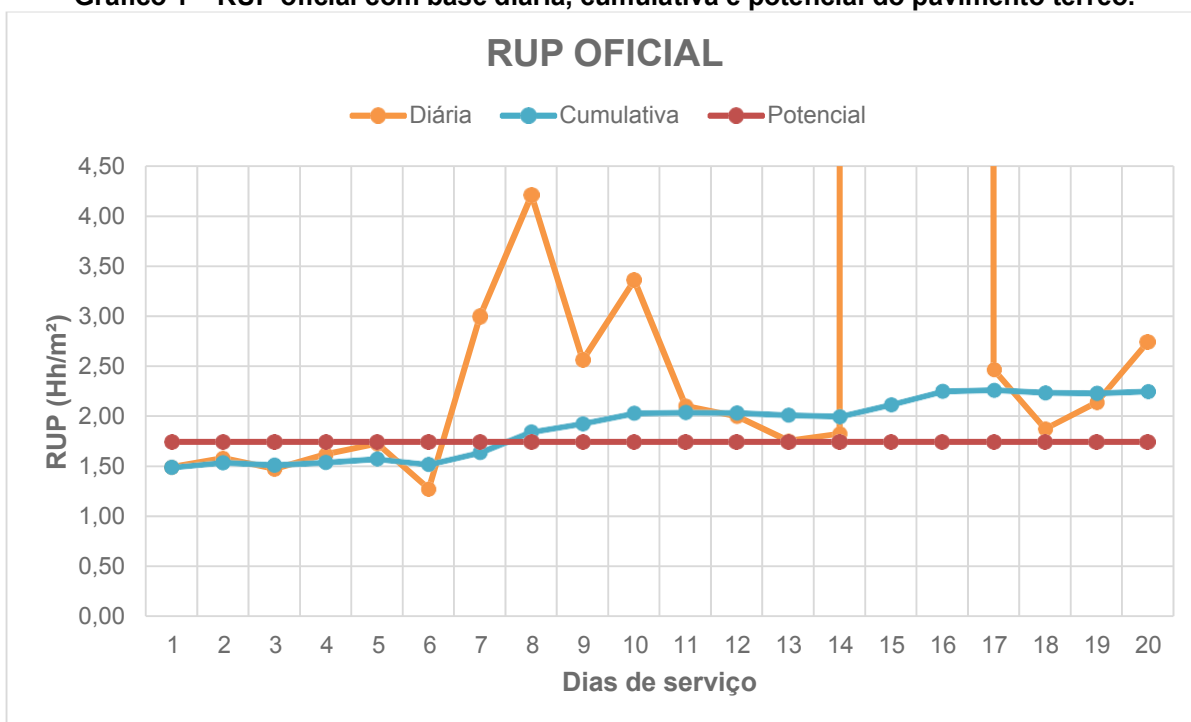
Dia de serviço	Entradas		Saída	RUP oficial (Hh/m ²)			RUP direta (Hh/m ²)		
	Hh oficial	Hh direta	m ²	Diária	Cumul.	Potencial	Diária	Cumul.	Potencial
1	16	24	10,70	1,50	1,50	1,75	2,24	2,24	2,54
2	18	27	11,36	1,58	1,54		2,38	2,31	
3	18	27	12,20	1,48	1,52		2,21	2,28	
4	18	27	11,10	1,62	1,54		2,43	2,31	
5	18	27	10,41	1,73	1,58		2,59	2,37	
6	16	24	12,52	1,28	1,52		1,92	2,28	
7	18	27	6,00	3,00	1,64		4,50	2,46	
8	27	45	6,41	4,21	1,85		7,02	2,83	
9	27	45	10,53	2,56	1,93		4,27	2,99	
10	24	40	7,14	3,36	2,03		5,60	3,18	
11	18	27	8,55	2,11	2,04		3,16	3,18	
12	18	27	9,00	2,00	2,04		3,00	3,17	
13	18	27	10,25	1,76	2,01		2,63	3,12	
14	18	27	9,85	1,83	2,00		2,74	3,10	
15	16	25	0,00	∞	2,12		∞	3,28	
16	18	26	0,00	∞	2,25		∞	3,47	
17	18	27	7,30	2,47	2,26		3,70	3,48	
18	18	27	9,60	1,88	2,24		2,81	3,44	
19	18	27	8,42	2,14	2,23		3,21	3,43	
20	16	25	5,83	2,74	2,25		4,29	3,46	

Fonte: autoria própria (2021).

Para encontrar os valores da RUP diária é utilizada a Equação 1. Já para a RUP cumulativa, é feito a divisão da somatória dos Hh oficial pelo somatório da metragem executada (m²) referente ao dia em questão e ao dia anterior, ou seja, a RUP cumulativa do dia 2 é referente aos dados de entrada e saída do dia 2 juntamente com do dia 1.

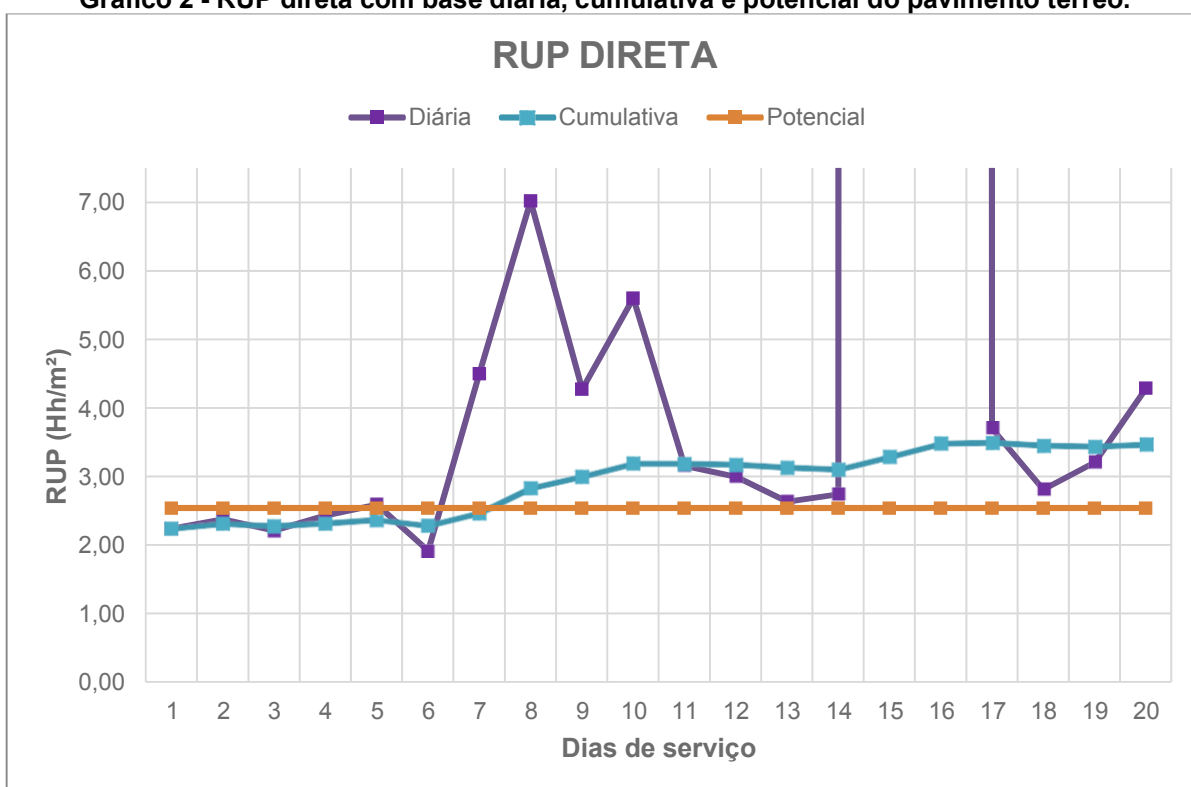
Com o intuito de facilitar a visualização dos resultados obtidos foram gerados o Gráfico 1 que apresenta a RUP oficial e o Gráfico 2 que apresenta a RUP direta, ambas com base diária, cumulativa e potencial.

Gráfico 1 – RUP oficial com base diária, cumulativa e potencial do pavimento térreo.



Fonte: autoria própria (2021).

Gráfico 2 - RUP direta com base diária, cumulativa e potencial do pavimento térreo.



Fonte: autoria própria (2021).

De modo geral, os gráficos não possuem diferenças significativas devido a constância na proporção de ajudantes e oficiais praticamente em todos os dias de

serviços, com exceção dos dias 8, 9 e 10 que foram os dias que houve aumento de um oficial e um ajudante.

Observa-se que a RUP potencial foi de 1,75 Hh/m² considerando a mão de obra oficial e de 2,54 Hh/m² considerando a mão de obra direta, sendo que tais valores representam a produtividade que é passível de ser alcançada pela equipe de trabalho. Além disso, a RUP cumulativa representa a tendência da produtividade da equipe de maneira mais abrangente, sendo de 1,90 Hh/m² considerando a mão de obra oficial e de 2,92 Hh/m² considerando a mão de obra direta.

Dessa forma, é possível calcular a produção diária média por oficial, conforme a Equação 2. Assim, a produção diária média por cada oficial foi de aproximadamente 4,18 m², sendo um valor consideravelmente baixo.

Analisando os gráficos e o Quadro 1, percebe-se que houve picos de índices diários maiores que os índices cumulativos nos dias 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 17 e 20, que serão explicados a seguir.

No primeiro dia de serviço, a baixa produtividade ocorreu devido à preparação que antecede o início da alvenaria, como por exemplo, o planejamento de quais alvenarias cada oficial ficou responsável, a separação das ferramentas necessárias e também a marcação com linha de pedreiro para o nivelamento de todas as fiadas. No segundo dia, a baixa produtividade ocorreu devido a outro serviço paralelo que eles tiveram que realizar e pararam por um período do dia a execução da alvenaria.

No 4º, 5º e 7º dias, a produtividade foi baixa devido a locação de alguns pilares conforme projeto da localização de cada um, montagem das fôrmas de madeira (caixarias) e também concretagem dos mesmos na obra. Esses dias antecederam um feriado prolongado, portanto, os colaboradores deram prioridade nesse serviço para deixarem a amarração da alvenaria com os pilares executada.

No 8º, 9º e 10º dias apesar de a mão de obra estar com 1 oficial e 1 ajudante a mais, foram dias que houve também a locação de pilares, montagem das caixarias de pilares e contra vergas e a concretagem dos mesmos. Portanto, mesmo com o aumento da equipe de trabalho, uma equipe ficou responsável pela continuação do levantamento da alvenaria enquanto a outra foi para o serviço citado. E no restante dos dias que houve uma baixa produtividade, foram serviços menos produtivos como o levantamento de últimas fiadas até a altura do início das vigas, além dos mesmos serviços citados anteriormente.

6.1.1 Comparação com RUPs dos referenciais teóricos citados

Salienta-se que quanto menor for o valor da RUP, melhor é a produtividade. Comparando os resultados encontrados com os índices de RUP oficial de Gallo (2016) e de Soares et al. (2017), observa-se que no dia mais produtivo o valor da RUP oficial diária do pavimento térreo foi de 1,28 Hh/m² enquanto que o melhor índice de Gallo foi de 0,90 Hh/m² e média encontrada por Soares et al foi de 0,97 Hh/m². Portanto, no dia em que a produtividade do pavimento térreo foi a maior, esteve a 42,22% inferior ao melhor índice de Gallo e a 31,96% inferior à média encontrada por Soares et al.

Referente aos valores de RUP da mão de obra direta, o valor do dia mais produtivo foi de 1,92 Hh/m² do pavimento térreo, enquanto que o índice de menor produtividade da TCPO (2010) é de 0,44 Hh/m². Portanto, no seu dia mais produtivo, o pavimento térreo apresentou uma produtividade da mão de obra direta muito abaixo do proposto pela TCPO. Ressalta-se que nos valores propostos pela TCPO não estão inclusas as atividades de montagem de fôrmas de madeira e de lançamento de concreto, porém, nas RUPs calculadas para o sobrado residencial estão inclusas essas atividades. Ou seja, não foram descontadas as horas gastas para a realização desses outros serviços, o que influenciou diretamente na baixa produtividade comparando-se com a TCPO.

Já a RUP cumulativa convergiu para 1,90 Hh/m², enquanto que o maior valor de RUP cumulativa encontrada por Falcão (2010) foi de 0,46 Hh/m², ou seja, o pavimento térreo do sobrado residencial apresentou-se menos produtivo que o pior valor encontrado por Falcão.

6.2 Resultados e análise de fatores – pavimento superior

No pavimento superior, a estratégia adotada pela equipe de trabalho continuou sendo a mesma, ou seja, levantar a alvenaria de todo o perímetro até meia altura, concretar os pilares até essa altura, como demonstrado na Figura 17, para somente prosseguir nos dias seguintes com o assentamento da alvenaria até a altura final.

Figura 17 - Alvenaria executada e pilares concretados até meia altura.



Fonte: autoria própria (2021).

No Quadro 2 são apresentados os dados numéricos de entrada e saída que foram coletados diariamente na obra durante 14 dias de serviço, inclusive os valores obtidos das RUPs oficial e direta com base diária, cumulativa e potencial. Ressalta-se que até o 14º dia foram executados 132,73 m² de alvenaria, restando aproximadamente 20 m² para a finalização da alvenaria do pavimento superior.

Quadro 2 – Dados e RUPs do pavimento superior.

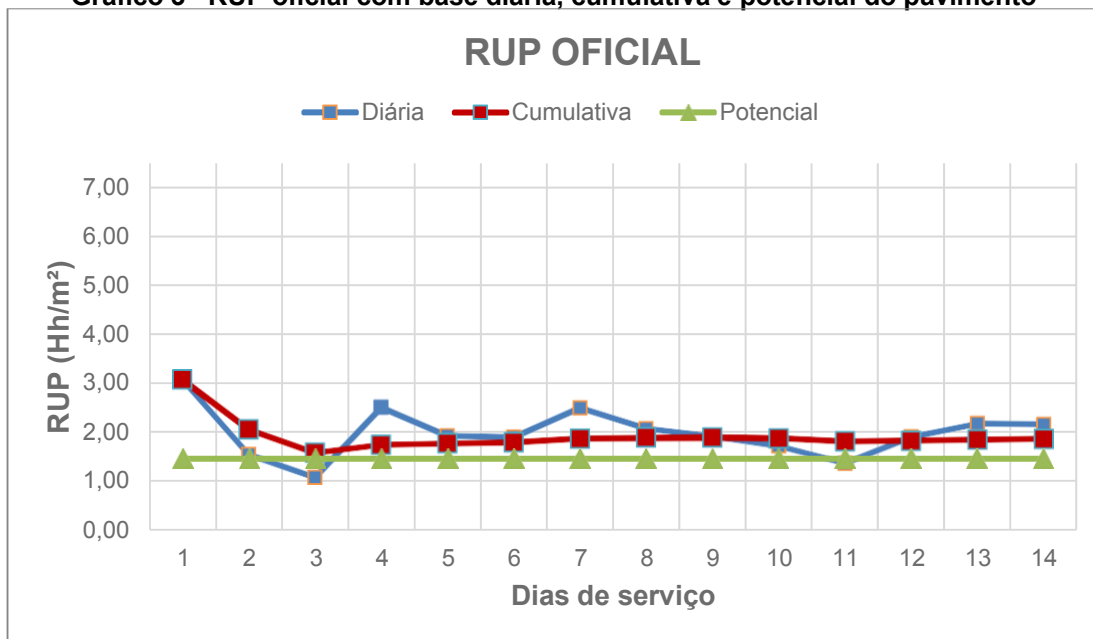
Dia de serviço	Entradas		Saída m ²	RUP oficial (Hh/m ²)			RUP direta (Hh/m ²)		
	Hh oficial	Hh direta		Diária	Cumul.	Potencial	Diária	Cumul.	Potencial
1	18	36	5,89	3,06	3,06	1,45	6,11	6,11	2,91
2	18	36	11,69	1,54	2,05		3,08	4,10	
3	18	36	16,69	1,08	1,58		2,16	3,15	
4	18	36	7,23	2,49	1,73		4,98	3,47	
5	16	32	8,35	1,92	1,77		3,83	3,53	
6	18	36	9,53	1,89	1,79		3,78	3,57	
7	18	36	7,25	2,48	1,86		4,97	3,72	
8	18	36	8,72	2,06	1,88		4,13	3,77	
9	16	32	8,39	1,91	1,89		3,81	3,77	
10	18	36	10,52	1,71	1,87		3,42	3,73	
11	18	36	13,20	1,36	1,81		2,73	3,61	
12	18	36	9,50	1,89	1,81		3,79	3,63	
13	18	36	8,32	2,16	1,84		4,33	3,67	
14	16	32	7,45	2,15	1,85		4,30	3,71	

Fonte: autoria própria (2021).

Com o intuito de facilitar a visualização dos resultados obtidos foram gerados o Gráfico 3 que apresenta a RUP oficial e o Gráfico 4 que apresenta a RUP direta,

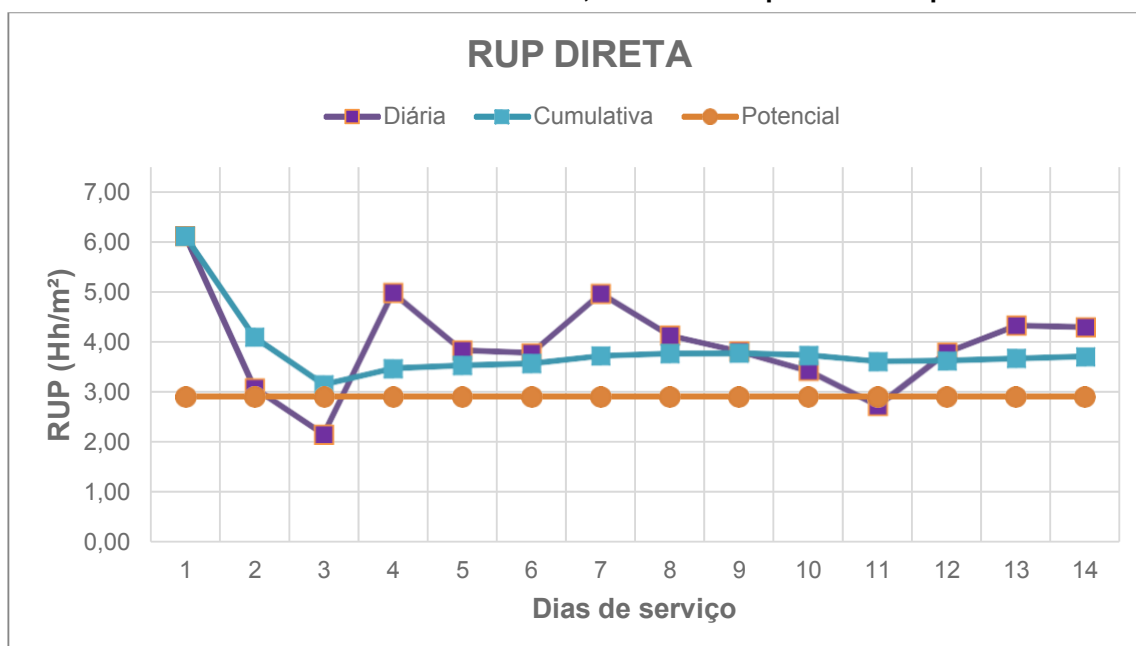
ambas com base diária, cumulativa e potencial. De modo geral, os gráficos não possuem diferenças significativas, porém, como no pavimento superior foi acrescentado mais um ajudante, no gráfico da RUP direta observa-se alguns picos mais acentuados que no da RUP oficial.

Gráfico 3 - RUP oficial com base diária, cumulativa e potencial do pavimento



Fonte: autoria própria (2021).

Gráfico 4 - RUP direta com base diária, cumulativa e potencial do pavimento



Fonte: autoria própria (2021).

Observa-se que a RUP potencial foi de 1,45 Hh/m² considerando a mão de obra oficial e de 2,91 Hh/m² considerando a mão de obra direta, representando assim, a produtividade que é passível de ser alcançada pela equipe de trabalho. Além disso, a RUP cumulativa representa a tendência da produtividade da equipe de maneira mais abrangente, sendo de 1,91 Hh/m² considerando a mão de obra oficial e de 3,82 Hh/m² considerando a mão de obra direta.

Dessa forma, é possível calcular a produção diária média por oficial, conforme a Equação 2. Assim, a produção diária média por cada oficial foi de aproximadamente 4,74 m², sendo um valor consideravelmente baixo.

Analisando os gráficos e o Quadro 1, percebe-se que houve picos de índices diários maiores que os índices cumulativos nos dias 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13 e 14, que serão explicados a seguir.

A baixa produtividade no primeiro dia de serviço da alvenaria, ocorreu devido a desmontagem das caixarias das vigas do primeiro pavimento, não sendo possível iniciar o assentamento de alvenaria logo pela manhã. Além disso, também foi realizada a preparação que antecede o início da alvenaria assim como no pavimento térreo.

Do 4º ao 8º dia, a produtividade foi baixa devido a diversos fatores que ocorreram nesses dias, como por exemplo, a realização da locação dos pilares, incluindo a movimentação deles do pavimento térreo para o pavimento superior, montagem de fôrmas de madeira de pilares e de contra vergas e a concretagem dos mesmos. Além disso, na montagem das vigas do primeiro pavimento ficaram sem ser executadas aproximadamente 14 m² de caixarias de vigas e conseqüentemente a concretagem das mesmas, o que foi realizado nos dias 7 e 8 por um dos oficiais e um ajudante, diminuindo assim a produtividade nos respectivos dias.

No 9º dia foi dado início a montagem de andaimes de madeira para a execução da alvenaria acima de meia altura. Por fim, nos dias 12, 13 e 14, como era próximo de um fim de semana com feriado na segunda-feira, os colaboradores deram prioridade nos serviços de montagem de fôrmas de madeira e concretagem de diversos pilares, deixando assim, a alvenaria e pilares amarrados para que a ação do vento não prejudique a alvenaria executada.

6.2.1 Comparação com RUPs dos referenciais teóricos citados

Evidencia-se que quanto menor for o valor da RUP, melhor é a produtividade. Comparando os resultados encontrados com os índices de RUP oficial da TCPO (2010) e de Gallo (2016), observa-se que no dia mais produtivo o valor da RUP oficial diária do pavimento superior foi de 1,08 Hh/m² enquanto que o índice de menor produtividade da TCPO é de 0,74 Hh/m² e o melhor índice de Gallo é de 0,90 Hh/m². Portanto, no dia em que a produtividade do pavimento superior foi a maior, esteve a 45,94% inferior à menor produtividade proposta pela TCPO e a 20% inferior ao melhor índice de Gallo.

Quanto aos valores de RUP da mão de obra direta, o índice do dia mais produtivo foi de 2,16 Hh/m², enquanto que o índice de menor produtividade da TCPO (2010) é de 0,44 Hh/m². Portanto, no seu dia mais produtivo, o pavimento superior apresentou uma produtividade da mão de obra direta bem abaixo do proposto pela TCPO.

Já a RUP cumulativa convergiu para 1,91 Hh/m², enquanto que o maior valor de RUP cumulativa encontrada por Falcão (2010) foi de 0,46 Hh/m², ou seja, o pavimento superior apresentou-se menos produtivo que o pior valor encontrado por Falcão.

7 CONCLUSÃO

O presente trabalho consistiu em um estudo sobre produtividade da etapa de vedação de uma obra com a utilização de blocos cerâmicos, frequentemente empregado nas construções de todo o Brasil. Para isso, além do estudo de referenciais teóricos que tratam sobre tais assuntos também foram realizadas diariamente visitas na obra para o acompanhamento do levantamento de alvenaria de vedação de um sobrado residencial com o intuito de realizar um levantamento de dados necessários para o entendimento da produtividade da obra em questão.

Nas visitas diárias, com a coleta dos dados de entrada e saída realizada, foi feito o cálculo das Razões Unitárias de Produção (RUPs) tanto para mão de obra oficial quanto para mão de obra direta e os resultados foram expostos em tabela e gráficos, para uma melhor visualização da variação da produtividade no dia a dia dessa etapa da obra.

Além disso, foi possível identificar os fatores responsáveis por influenciar a variação diária da produtividade. Dentre esses fatores, o fator que merece destaque foi devido a concretagem na obra de pilares, vergas e contra vergas, além de todo o processo que antecede esse serviço, como a locação de ferragens e execução das fôrmas. Assim, comparado a outros referenciais teóricos, esse trabalho apresentou resultados insatisfatórios, devido à baixa produtividade.

Por fim, esse trabalho demonstrou a baixa produtividade presente no serviço de elevação de alvenaria de vedação da obra analisada e evidenciou a importância de acompanhar todo o processo, melhorar as práticas empregadas e sempre planejar o serviço a fim de se obter uma produtividade melhor, sem desperdícios de tempo e dinheiro.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, L. O. C. D.; SOUZA, U. E. L. D. **Produtividade da mão-de-obra na execução de alvenaria: detecção e quantificação de fatores influenciadores.** São Paulo, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15270-1:** Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria - Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13281:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12655:** Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- BOGADO, J. G. M. **Aumento da produtividade e diminuição de desperdícios na construção civil: um estudo de caso - Paraguai.** 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI: metodologias e conceitos:** Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil / Caixa Econômica Federal. 8a ed. Brasília: CAIXA, 2020.
- CARRARO, F. **Produtividade da mão de obra no serviço de alvenaria.** 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- CHALITA, A. C. C. **Estrutura de um projeto para produção de alvenarias de vedação com enfoque na construtibilidade e aumento de eficiência na produção.** 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- COÊLHO, R. S. A. **Método para estudo da produtividade da mão de obra na execução da alvenaria e seu revestimento em ambientes sanitários.** 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual de Campinas, São Luís, 2003.
- FALCÃO, T. F. **Diretrizes estratégicas para melhoria da eficiência logística em um canteiro de obra para execução de alvenarias e revestimentos de argamassa.** 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.
- GALLO, S. R. **Estudo de produtividade da alvenaria de vedação em obras verticais.** 2016. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Civil) – Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016.

LORDSLEM Jr., A. C. **Alvenaria de Vedação com Blocos de Concreto: Melhores Práticas de Aplicação**. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland-ABCP, 2012.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Pini, 2010.

Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**. Brasília, 2015.

RIBEIRO, M. V. M. R. **Vantagens da padronização aplicada aos processos executivos de obras de edificações**. 2014. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Civil) – Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

SILVA, C. F. C. *et al.* **Preparação para execução do serviço de alvenaria de vedação: interface projeto/obra**. In: XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC), 2008, Fortaleza. XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC), 2008.

SOARES, T. B.; RODRIGUES, N. C. S.; MIRANDA, D. A. Análise crítica de indicadores de produtividade e desperdício de material em sistema de alvenaria de vedação racionalizada. **Revista Constituinte**, Belo Horizonte, v. 9, n. 2, p. 01-15, 2017.

SOUZA, U. E. L. **Como aumentar a eficiência da mão de obra: manual de gestão da produtividade na construção civil**. São Paulo: Pini, 2006.

TCPO. **Tabelas de composições de preços para orçamentos**. 13. ed. São Paulo: Pini, 2010.

THOMAZ, E. *et al.* **Código de práticas nº 01: Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos**. São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2009.

YAZIGI, W. **A técnica de edificar**. 10. ed. SindusCon: PINI, São Paulo, 2009.

