



**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA**  
**LENÍCIO OLIVEIRA ALVES JÚNIOR**  
**LUCCA BRESCIANINI**

**PRODUTIVIDADE EM ALVENARIA ESTRUTURAL**

**Tubarão**  
**2018**

**LENÍCIO OLIVEIRA ALVES JÚNIOR**  
**LUCCA BRESCIANINI**

**PRODUTIVIDADE EM ALVENARIA ESTRUTURAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Charles Mendes de Souza, Esp.

Tubarão  
2018

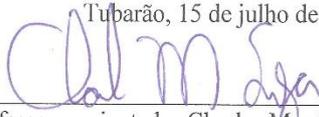
LENÍCIO OLIVEIRA ALVES JÚNIOR

LUCCA BRESCIANINI

**PRODUTIVIDADE EM ALVENARIA ESTRUTURAL**

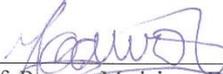
Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 15 de julho de 2018.



---

Professor e orientador Charles Mendes de Souza, Esp.  
Universidade do Sul de Santa Catarina



---

Prof. Renan Medeiros, Esp.  
Universidade do Sul de Santa Catarina



---

Prof. Maurício Alberto Büchele Motta, Esp.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedicamos este trabalho às nossas famílias,  
pelo apoio incondicional em todos os  
momentos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a todos os professores por nos proporcionarem o conhecimento não apenas lógico, mas pela manifestação do caráter e do senso crítico indispensáveis para moldagem ética da profissão que escolhemos.

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota.”  
(Theodore Roosevelt)

## RESUMO

O setor de construção civil caminha em evolução constante, a busca por métodos mais racionais que atendam às exigências do mercado imobiliário não para. Elevar os índices de produtividade das equipes de execução de modo que não tenha reflexo negativo na qualidade dos serviços é o objetivo principal do engenheiro de execução. Diversos fatores influenciam quando tratamos do assunto produtividade, sejam de origem climáticas, psicológicas, organização da equipe e principalmente da qualidade da mão de obra envolvida. Portanto esses elementos devem ser considerados quando se busca *medir* a produtividade de um determinado empreendimento. Este trabalho apresenta uma análise da produtividade na execução de alvenaria estrutural em função de duas equipes envolvidas numa determinada obra de estudo, situada na cidade de Tubarão-SC. Com visitas diárias ao canteiro de obras durante um período de dois meses, mais dados e planilhas de controle do engenheiro responsável foi possível obter todas as informações necessárias quanto a produção diária de alvenaria desde o início do empreendimento. Partindo de estudos bibliográficos, adotou-se o método do RUP (Razão unitária de produção) para o cálculo da produtividade das equipes, o qual possui como variáveis a quantidade de homens trabalhando, horas trabalhadas e quantidade de serviço realizado. Sendo assim a partir da análise dos dados e utilizando a equação foi possível analisar a produtividade de cada equipe, os fatores que mais influenciaram para que se chegasse nesses valores, bem como a influência das diferentes configurações encontradas e a importância desses indicadores para gestão eficiente do empreendimento. E com os resultados obtidos a equipe 1, a qual realizou a construção dos primeiros pavimentos do empreendimento, foi a que obteve melhor rendimento, mesmo com um quadro de funcionários menor, gerando assim mais economia e agilidade para a empreiteira.

Palavras-chave: Alvenaria estrutural. Produtividade. Método RUP.

## ABSTRACT

The construction industry is constantly evolving, the search for more rational methods that meet the requirements of the real estate market does not stop. Raising the productivity indexes of execution teams so that they do not have a negative impact on quality is the main objective of the execution engineer. Several factors influence when we address the issue of productivity, whether of climatic, psychological origin, organization of the team and especially the quality of the workforce involved. Therefore these elements must be considered when trying to *measure* the productivity of a particular enterprise. This work makes a productivity analysis in the execution of structural masonry in function of two teams involved in a particular work study, located in the city of Tubarão-SC. With daily visits to the construction site over a period of two months, more data and control sheets of the engineer responsible it was possible to obtain all the information necessary for the daily production of masonry from the beginning of the project. Starting from bibliographic studies, we adopted the RUP (Unit Production Ratio) method to calculate the productivity of the teams, which has as variables the number of men working, hours worked and quantity of service performed. Based on the analysis of the data and using the equation it was possible to analyze the productivity of each team, the factors that influenced the most to arrive at these values, as well as the influence of the different configurations found and the importance of these indicators for the efficient management of development.

Keywords: Structural masonry. Productivity. RUP method.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Método construtivo de alvenaria em forma de arco .....	21
Figura 2 - Estrutura em alvenaria estrutural Pathernon .....	22
Figura 3 - Dimensões reais e nominais.....	24
Figura 4 - Classificação dos blocos cerâmicos.....	26
Figura 5 - As três dimensões do bloco vazado cerâmico .....	28
Figura 6 - Palheta para assentamento de blocos .....	33
Figura 7 - Elevador externo instalado na obra.....	33
Figura 8 - Representação genérica do sistema produtivo .....	35
Figura 9 - Representação esquemática das equipes envolvidas no serviço.....	37
Figura 10 - Maquete virtual do empreendimento .....	40
Figura 11 - Assentador de blocos da equipe 2.....	42
Figura 12 - Execução primeira fiada .....	43
Figura 13 - Elevação de alvenaria do quinto pavimento .....	44
Figura 14 - Janela de inspeção na alvenaria .....	45
Figura 15 - Janelas de inspeção lacradas com madeira e arame.....	45
Figura 16 - Abertura para grauteamento em alvenaria de raspaldo.....	46

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Comparação entre as RUP's do segundo pavimento .....	50
Gráfico 2 RUP diária do segundo pavimento .....	51
Gráfico 3 Comparação entre as RUP's do terceiro pavimento .....	52
Gráfico 4 RUP diária do terceiro pavimento .....	52
Gráfico 5 Comparação entre as RUP's do quarto pavimento .....	54
Gráfico 6 RUP diária do quarto pavimento .....	54
Gráfico 7 Comparação entre as RUP's do quinto pavimento .....	55
Gráfico 8 RUP diária no quinto pavimento .....	56
Gráfico 9 Gráfico 9 - RUP's dos pavimentos 2 e 3.....	57
Gráfico 10 RUP's dos pavimentos 4 e 5 .....	58
Gráfico 11 Média das RUP's por pavimento .....	59
Gráfico 12 Média da RUP potencial por equipe.....	59
Gráfico 13 Período de execução de alvenaria por pavimento (dias) .....	60
Gráfico 14 Índice do RUP cumulativo de todo período observado.....	61

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resistência dos blocos por pavimento.....	28
Tabela 2 - Dimensões reais dos blocos vazados cerâmicos.....	29
Tabela 3 - Resistência da argamassa por pavimento .....	30
Tabela 4 - Resistência do graute por pavimento.....	30
Tabela 5 - Período de execução de cada pavimento .....	48

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Combinação de peças modulares, família de 20 cm e 40 cm.....	25
Quadro 2 - Aplicação dos blocos cerâmicos .....	27
Quadro 3 - Requisitos para a resistência à compressão, absorção de água e retração.....	27
Quadro 4 - Equipamentos e ferramentas utilizadas .....	32
Quadro 5 - Classificação dos trabalhadores conforme nível hierárquico .....	38

## **LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
EST	Estrutural
RUP	Razão Unitária de Produção
TCPO	Tabela de composição e preços para orçamentos
VED	Vedação
H	Homens inseridos na avaliação
h	Quantificação das horas de trabalho
QS	Quantificação de serviço

## LISTA DE SÍMBOLOS

kgf/cm <sup>2</sup>	Quilograma força por centímetro quadrado
MPa	Megapascal
cm	Centímetros
fgk	Resistência característica à compressão do graute

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Cálculo da RUP .....	36
----------------------------------	----

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18</b>
1.1	JUSTIFICATIVA .....	18
1.2	PROBLEMA.....	19
1.3	OBJETIVO .....	19
<b>1.3.1</b>	<b>Objetivo geral .....</b>	<b>19</b>
<b>1.3.2</b>	<b>Objetivos específicos .....</b>	<b>20</b>
<b>2</b>	<b>ALVENARIA ESTRUTURAL.....</b>	<b>21</b>
2.1	UM BREVE HISTÓRICO DO MÉTODO CONSTRUTIVO.....	21
2.2	RACIONALIZAÇÃO DO MÉTODO CONSTRUTIVO.....	22
2.3	MODULAÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL .....	23
2.4	MATERIAIS EMPREGADOS.....	25
<b>2.4.1</b>	<b>Blocos Cerâmicos.....</b>	<b>25</b>
<b>2.4.2</b>	<b>Argamassa de assentamento.....</b>	<b>29</b>
<b>2.4.3</b>	<b>Graute.....</b>	<b>30</b>
<b>2.4.4</b>	<b>Armadura.....</b>	<b>31</b>
2.5	PRINCIPAIS FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS .....	32
2.6	PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA .....	34
<b>2.6.1</b>	<b>Considerações sobre a produtividade.....</b>	<b>34</b>
<b>2.6.2</b>	<b>Fatores que podem influenciam na produtividade.....</b>	<b>35</b>
2.7	RAZÃO UNITÁRIA DE PRODUÇÃO (RUP).....	36
<b>2.7.1</b>	<b>Mão de obra .....</b>	<b>37</b>
<b>2.7.2</b>	<b>Horas de trabalho consideradas .....</b>	<b>38</b>
<b>2.7.3</b>	<b>Quantidade de serviço realizado.....</b>	<b>38</b>
<b>2.7.4</b>	<b>Período referente à RUP .....</b>	<b>39</b>
<b>3</b>	<b>CARACTERÍSTICA DA OBRA ESTUDADA.....</b>	<b>40</b>
3.1	EQUIPES DE TRABALHO .....	41
<b>3.1.1</b>	<b>Equipes de apoio para alvenaria.....</b>	<b>41</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Equipes de execução da alvenaria estrutural .....</b>	<b>41</b>
3.2	PRINCIPAIS ETAPAS DE EXECUÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL .....	42
<b>3.2.1</b>	<b>Marcação e execução da primeira fiada.....</b>	<b>42</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Elevação da alvenaria até a nona fiada .....</b>	<b>43</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Grauteamento .....</b>	<b>44</b>

<b>4</b>	<b>COLETA DE DADOS</b> .....	<b>47</b>
4.1	MÉTODO PARA COLETA DE DADOS .....	47
<b>4.1.1</b>	<b>Rotina de coleta de dados</b> .....	<b>47</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Dados de entrada</b> .....	<b>48</b>
4.2	CRITÉRIOS ADOTADOS PARA DIVISÃO DAS EQUIPES DE TRABALHO .....	48
4.3	CRITÉRIO ADOTADO PARA O TEMPO DE CADA SERVIÇO .....	49
4.4	CONSIDERAÇÕES SOBRE A ÁREA CONSIDERADA NO CÁLCULO .....	49
4.5	ANÁLISE DE CADA RUP .....	49
4.5.1.1	Produtividade no segundo pavimento .....	50
4.5.1.2	Produtividade no terceiro pavimento.....	51
4.5.1.3	Produtividade no quarto pavimento.....	53
4.5.1.4	Produtividade no quinto pavimento.....	55
<b>4.5.2</b>	<b>Análise dos indicadores de produtividade da equipe 1</b> .....	<b>56</b>
<b>4.5.3</b>	<b>Análise dos indicadores de produtividade da equipe 2</b> .....	<b>57</b>
<b>4.5.4</b>	<b>Análise geral das equipes</b> .....	<b>58</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>62</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>64</b>
	<b>APÊNDICES</b> .....	<b>67</b>
	<b>APÊNDICE A – MODELO DE PLANILHA UTILIZADO PARA COLETA DE DADOS</b>	
	<b>IN LOCO</b> .....	<b>68</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o mercado da construção civil vem crescendo em ritmo acelerado. As empresas têm investido constantemente em pesquisas por métodos mais eficientes, visando à redução de custos e o aumento de produtividade em seus empreendimentos.

Segundo Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2009), a utilização do sistema de racionalização em alvenaria estrutural permite retorno antecipado do investimento, com um cronograma mais dinâmico e maior facilidade de gestão. A alvenaria estrutural de blocos de concreto é um sistema construtivo capaz de reduzir consideravelmente a mão de obra empregada, o tempo de execução e, conseqüentemente, os custos finais da construção, se comparado com o tradicional sistema em concreto armado.

A produtividade da mão de obra está relacionada com a quantidade de trabalho realizado em função dos recursos utilizados. Souza (2006) adota como indicador de produtividade a Razão Unitária de Produção (RUP), relacionando o esforço dos operários em homens x hora com a quantidade de serviço produzido.

Realizar o controle da produção em obras de alvenaria estrutural é fornecer uma ligação entre o planejamento e a execução dos serviços. Assim, quanto mais eficiente for o controle da produção, menores serão os desvios a serem corrigidos. Para Varalla (2003), planejar é prever as ações e decisões envolvendo metas, definindo recursos necessários para executar o projeto e buscando ganhos de produtividade e qualidade.

O alvo desta pesquisa consiste em apontar os índices que reduzem a produtividade da mão de obra para serviços de alvenaria estrutural com blocos vazados de concreto, a fim de mensurar os desvios apresentados na execução com relação ao planejado, possibilitando indicar a forma de correção mais eficiente.

### 1.1 JUSTIFICATIVA

Os processos construtivos, em geral, denotam a necessidade de melhorias constante. Neste sentido, o setor da construção vem se modernizando com o passar do tempo, investindo em pesquisas e/ou buscando novas tecnologias. As exigências por métodos construtivos mais racionalizados e industrializados vem ganhando espaço no mercado. Questões relativas à qualidade dos serviços e a produtividade da mão de obra apresentam-se como ferramentas importantes dentro deste contexto, tendo em vista que ambas estão diretamente ligadas e juntas são indispensáveis para elevar a margem de lucro ao investidor.

A alvenaria estrutural, apesar de muito antiga, vem se destacando na atualidade por se tratar de um sistema racionalizado que se modernizou ao longo do tempo. O sistema apresenta uma grande capacidade de integrar soluções ainda em projeto, o que possibilita evitar desperdícios de tempo, materiais e de mão de obra, quando comparada a outros métodos construtivos.

A produtividade da mão de obra presente na execução de alvenaria estrutural está sempre em evolução. Para cada obra executada, há novos equipamentos e materiais que fazem do sistema construtivo verdadeiras linhas de produção. Estudar os fatores que influenciam a produtividade na execução de alvenaria estrutural é de extrema importância ao empreendedor, pois uma gestão eficiente é capaz de conhecer os níveis de desempenho de cada profissional dentro do canteiro de obras. Segundo Araújo (2001, p. 28), “com o conhecimento desses níveis, os gerentes de obra terão noção exata de eventuais problemas e sentido apurado para tomarem as medidas corretivas necessárias, podendo justificar e viabilizar a adoção de novas posturas”. Portanto, estudar os fatores que influenciam a produtividade da mão de obra é o caminho mais seguro para alcançar o desempenho tão esperado na produtividade e na qualidade final dos serviços de alvenaria estrutural.

## 1.2 PROBLEMA

Quais os fatores que influenciam no índice de produtividade durante a execução de alvenaria estrutural na construção do edifício residencial Turim, localizado na cidade de Tubarão, sul de Santa Catarina, no ano de 2018.

## 1.3 OBJETIVO

Neste item, estão descritos o objetivo geral e os objetivos específicos que nortearam a execução deste trabalho.

### 1.3.1 Objetivo geral

Analisar os indicadores que influenciam a produtividade na execução de alvenaria estrutural, visando auxiliar nas decisões de gerenciamento e promover melhorias referentes a produtividade das equipes.

### 1.3.2 Objetivos específicos

Esta pesquisa delinea como objetivos específicos:

- a) realizar revisão de literatura sobre alvenaria estrutural, analisando questões relativas à produtividade em obras realizadas com este método construtivo;
- b) descrever os indicadores de produtividade, comparando diversas etapas da construção e as diferentes mãos de obra envolvidas;
- c) realizar coleta de dados na obra especificada, como número de funcionários, horas trabalhadas e quantidade de serviço;
- d) identificar a qualidade dos indicadores para a adequada produtividade através do cálculo do RUP, mostrando assim, se a obra em questão está sendo ou não produtiva para seu método construtivo;
- e) indicar as decisões de gerenciamento que favorecem a produtividade.

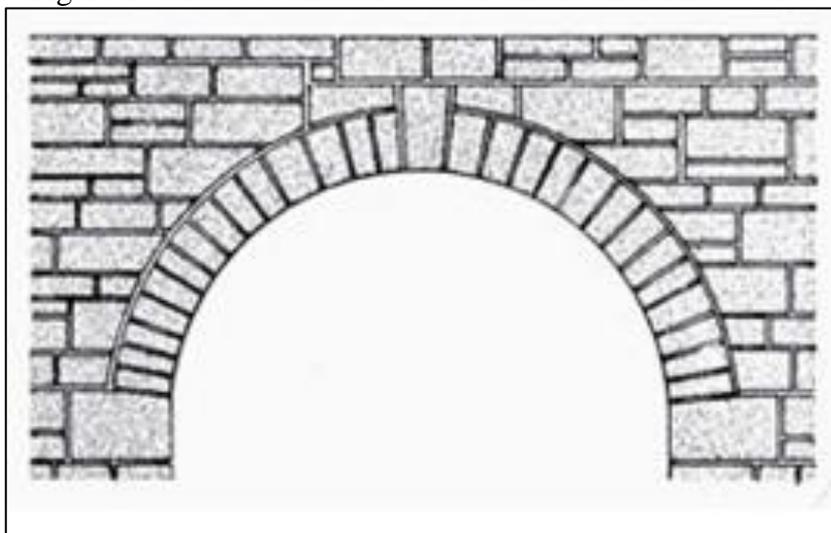
## 2 ALVENARIA ESTRUTURAL

Neste capítulo, faz-se a descrição do sistema construtivo de alvenaria estrutural. Assim, inicia-se com um breve histórico do sistema construtivo, posteriormente a importância da racionalização do método construtivo, a modulação, principais ferramentas e equipamentos, a produtividade da mão de obra e por fim as considerações sobre o cálculo de RUP.

### 2.1 UM BREVE HISTÓRICO DO MÉTODO CONSTRUTIVO

O tradicional sistema construtivo de alvenaria permitiu à atividade humana edificar seus monumentos, como pontes, aquedutos e catedrais, construídos na antiguidade e que resistem até os dias atuais. O sistema se desenvolveu através do empilhamento de unidades de blocos alinhados, onde os vãos eram vencidos com o empilhamento de blocos em formato de arco, conforme Figura 1, o que permitia a distribuição da sua carga uniformemente entre os apoios, uma vez que o método não apresentava tensão a tração suficiente para vencer os vãos de aberturas. (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

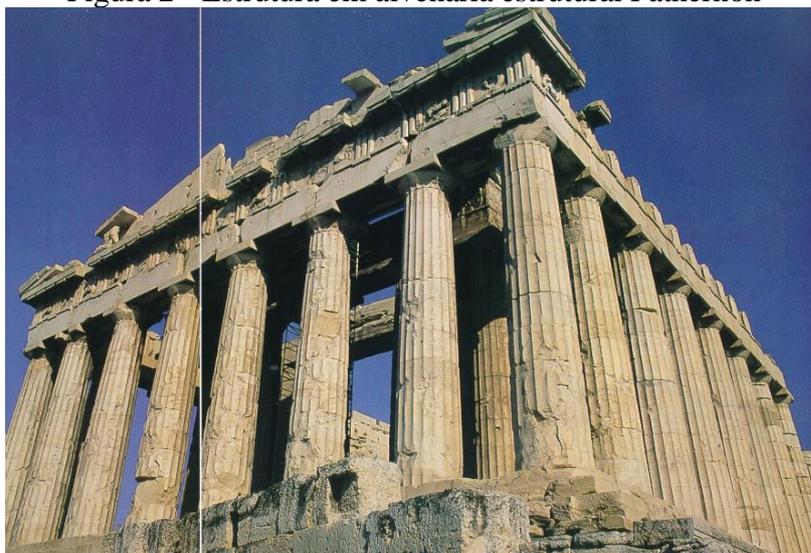
Figura 1 - Método construtivo de alvenaria em forma de arco



Fonte: Ramalho e Corrêa (2003, p. 2).

Segundo Prudêncio Jr., Oliveira e Bedin (2002), a alvenaria estrutural foi o principal método construtivo até o século XIX, edificou grandes obras como, por exemplo, a Muralha da China, erguida entre 1368 a 1644, e o Parthenon, na Grécia, construído entre 480 e 323 a.C, ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Estrutura em alvenaria estrutural Pathernon



Fonte: Newhouse (1992, apud PARTENON, 2018, p. 1).

Entretanto, a partir do século XX, novas tecnologias possibilitaram obras mais esbeltas, com altura e vãos mais elevados. O aço e concreto permitiram avanços na construção civil e a alvenaria estrutural passou a ser utilizada apenas em obras de pequeno porte. (PRUDÊNCIO JR; OLIVEIRA; BEDIN, 2002).

Segundo Tauil (1998), o sistema só passou a ganhar destaque com o surgimento das normas que regulamentaram a indústria de alvenaria estrutural. Desta forma, o sistema ganhou um conceito mais racional, com a coordenação modular, a execução das etapas de construção muito próxima de uma linha de produção e com novos padrões e gabaritos. Assim, o método voltou a ganhar confiança dos profissionais e possibilitou a execução de grandes obras, como exemplo o Hotel Excalibur, em Las Vegas – nos Estados Unidos, que possui 28 pavimentos.

## 2.2 RACIONALIZAÇÃO DO MÉTODO CONSTRUTIVO

A racionalização na construção consiste no esforço realizado para tornar mais eficiente a execução da obra, buscando sempre a melhor solução para os diversos problemas encontrados no serviço de alvenaria. No dizer de Rosso (1980), racionalização é um processo mental que governa as ações contra os desperdícios de tempo e materiais, de forma a aplicar o raciocínio sistemático dos processos produtivos, aplicando o raciocínio ordenado, coerente e resolutivo.

O potencial de racionalização construtiva de uma obra está ligado, primeiramente, aos projetos. São esses que vão determinar o grau de eficiência do sistema construtivo. Isso

ocorre devido ao uso de inovações tecnológicas como: ferramentas, equipamentos, processos construtivos e coordenação dimensional dos componentes (THOMAZ, 2001).

A alvenaria estrutural é um exemplo do sistema construtivo racionalizado, o que privilegia a integração de soluções em projeto, evitando desperdício tanto de tempo quanto de recursos. Tauil e Nese (2010, p. 19) afirmam que a alvenaria estrutural “[...]proporciona vantagens significativas no processo de racionalização da construção quando comparado a outros processos mais tradicionais”.

Para Vieira (2007), a racionalização é a principal vantagem da alvenaria estrutural, pois o sistema construtivo induz à racionalização de diversas atividades, como as instalações elétricas e hidráulicas agregadas à estrutura.

Por conta da racionalização presente no sistema construtivo de alvenaria estrutural, Ramalho e Corrêa (2003, p.10-11) destacam algumas vantagens quando comparada com o método convencional de concreto armado:

- a) economia de fôrmas: quando existem, as fôrmas se limitam às que se fazem necessárias para a concretagem das lajes. São, portanto, fôrmas lisas, baratas e de grande reaproveitamento;
- b) redução significativa nos revestimentos: por utilizar-se blocos de qualidade controlada e pelo controle maior na execução, a redução dos revestimentos é muito significativa. Usualmente o revestimento interno é feito com uma camada de gesso aplicada diretamente sobre a superfície dos blocos. No caso dos azulejos, eles também podem ser colados diretamente sobre os blocos;
- c) redução nos desperdícios de material e mão de obra: o fato das paredes não admitirem intervenções posteriores significativas, como rasgos ou aberturas para a colocação de instalações hidráulicas e elétricas, é uma importante causa da eliminação de desperdícios. Assim, o que poderia ser encarado como uma desvantagem, na verdade implica a virtual eliminação da possibilidade de improvisações, que encarecem significativamente o preço de uma construção;
- d) redução do número de especialidades: deixam de ser necessários profissionais como armadores e carpinteiros;
- e) flexibilidade no ritmo de execução da obra: se as lajes forem pré-moldadas, o ritmo da obra estará desvinculado do tempo de cura que deve ser respeitado no caso das peças de concreto armado.

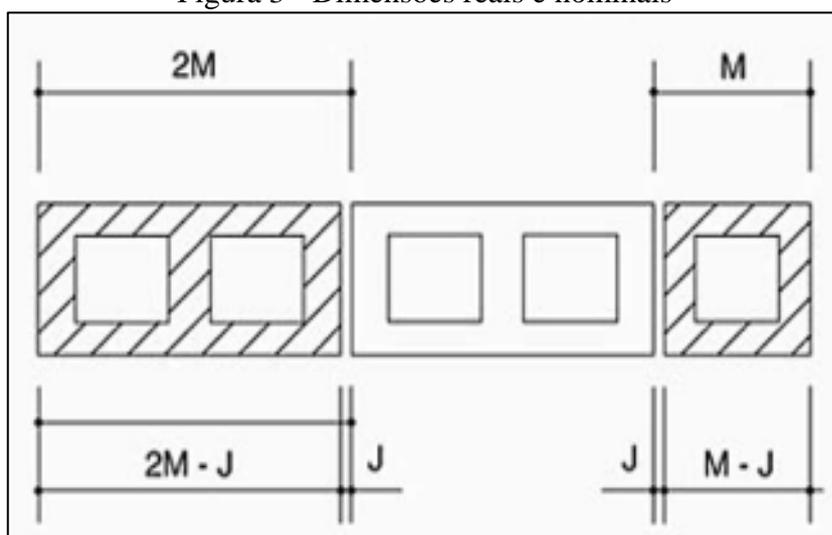
### 2.3 MODULAÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL

A coordenação modular é considerada uma das vantagens do sistema de alvenaria estrutural, a técnica relaciona as medidas de projeto com as medidas modulares por meio de um reticulado espacial de referência. Segundo Prudêncio Jr., Oliveira e Bedin (2002, p. 66), “[...] parte da premissa que as dimensões dos ambientes da edificação são múltiplas inteiras da mesma unidade-base (metade do comprimento do bloco inteiro empregado na modulação) [...]”, o que possibilita uma obra limpa, sem entulhos causados por recortes em blocos.

O bloco estrutural é definido horizontalmente por sua largura e comprimento, enquanto sua altura caracteriza seu módulo vertical. Para Manzione (2004), a partir da noção das dimensões verticais e horizontais dos blocos, é possível uma modulação e adequação nas proporções das áreas do ambiente a ser construído. Na escolha da modulação horizontal, os parâmetros que devem ser considerados dependem do arranjo arquitetônico de projeto, com 15 cm ou 20 cm. Quanto à modulação vertical, deve-se ajustar a distância do piso ao teto para que seja múltiplo do módulo escolhido, normalmente 20 cm. Esta questão de modulação influencia diretamente na produtividade da obra e na redução do desperdício de material oriundo das sobras no canteiro de obra, visto que, com um projeto bem elaborado, torna-se fácil realizar o quantitativo de material a ser utilizado no decorrer da construção.

O comprimento real de um bloco inteiro é  $2M - J$  e o comprimento real de um meio bloco será  $M - J$ . Considerando as juntas de 1 cm, tem-se os comprimentos reais e nominais, conforme descritos na Figura 3.

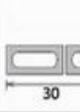
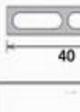
Figura 3 - Dimensões reais e nominais



Fonte: Ramalho e Corrêa (2003, p. 17)

As dimensões de 1 cm se referem ao ajuste entre os componentes modulares. As combinações demonstram as possibilidades de ajuste para atender o arranjo arquitetônico e os demais projetos complementares. Para definir as combinações de peças modulares, de acordo com as famílias de blocos mais usados, Tauil (2010) informa, através do Quadro 1, as medidas para ajuste de coordenações.

Quadro 1 - Combinação de peças modulares, família de 20 cm e 40 cm

	Medida modular = 2M Medida de coordenação = 20 cm ou 19 cm + 1 cm (ajuste de coordenação)
	Medida modular = 3M Medida de coordenação = 30 cm ou 19 cm + 9 cm + 2 x 1 cm (ajuste de coordenação)
	Medida modular = 4M Medida de coordenação = 40 cm ou 39 cm + 1 cm (ajuste de coordenação)
	Medida modular = 5M Medida de coordenação = 50 cm ou 39 cm + 9 cm + 2 x 1 cm (ajuste de coordenação)
	Medida modular = 6M Medida de coordenação = 60 cm ou 39 cm + 19 cm + 2 x 1 cm (ajuste de coordenação)
	Medida modular = 7M Medida de coordenação = 70 cm ou 39 cm + 19 cm + 9 cm componente modular + 3 x 1 cm (ajuste de coordenação)

Fonte: Tauil (2010, p. 26).

## 2.4 MATERIAIS EMPREGADOS

Segundo Richter (2007) os materiais utilizados para a alvenaria estrutural são as unidades de alvenarias, as argamassas e o graute. A resistência final da alvenaria, bem como outras características importantes e fundamentais dependem da composição entre esses materiais. A seguir serão descritas as principais características desses componentes.

### 2.4.1 Blocos Cerâmicos

Os blocos, ou unidades, são caracterizados como componentes fundamentais das estruturas em alvenaria estrutural e tem como responsabilidade a caracterização da resistência da estrutura. No Brasil, apenas blocos cerâmicos podem ter sua produção com resistência mínima de 4,0 MPa, enquanto blocos de concreto e silico-calcáreas devem possuir resistência mínima de 4,5 MPa para que atenda a NBR 7171 (ABNT, 1992) e seja utilizado na construção civil quando utilizado o método de alvenaria estrutural

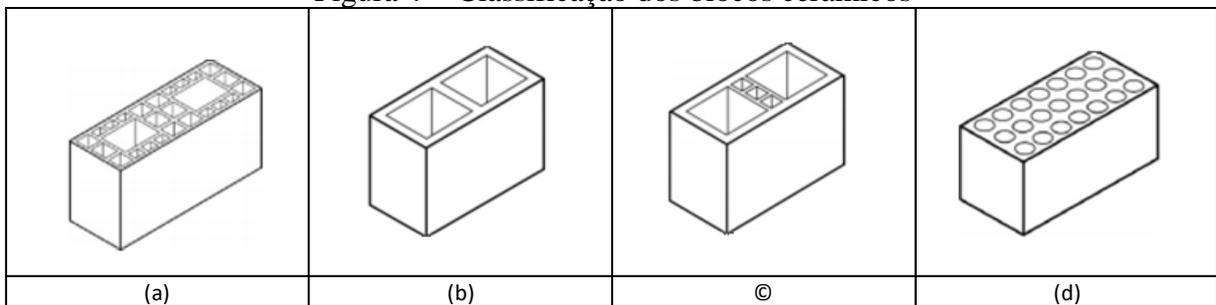
De acordo com a norma NBR 6136 (ABNT, 2016), o bloco estrutural se define como um elemento de alvenaria cuja área líquida é igual ou inferior a 75% da área bruta.

Blocos cerâmicos são produzidos principalmente a partir de argila vermelha e alta temperatura. No processo é adicionado outros ingredientes importantes para uma formulação de blocos mais resistente e com melhor acabamento.

Os blocos cerâmicos estruturais são componentes da alvenaria estrutural que possuem furos prismáticos perpendiculares à face que os contém, sendo produzidos para serem assentados com os furos na vertical. Os blocos cerâmicos classificam-se em: (a) bloco cerâmico estrutural de paredes vazadas; (b) bloco cerâmico estrutural com paredes maciças; (c) bloco cerâmico estrutural com paredes maciças (paredes internas vazadas) e (d) blocos cerâmicos estruturais perfurados (MOHAMAD, 2015, p. 91-92).

A Figura 4 apresentam em forma de ilustração as quatro classes dos blocos especificadas na NBR 15270-1 (ABNT, 2017).

Figura 4 - Classificação dos blocos cerâmicos



Fonte: NBR 15270-1 (ABNT, 2017, p. 3 - 4).

A NBR 15270-1 (ABNT, 2017, p 11-16) prevê que:

[...] os blocos devem ser fabricados por conformação plástica da matéria-prima argilosa, contendo ou não aditivos e queimando em elevadas temperaturas [...] e não deve apresentar defeitos sistemáticos, tais como quebras, superfícies irregulares ou deformações que impeçam o seu emprego na função especificada.

Quanto a sua classe, segundo a NBR 15270 - 1 (ABNT, 2017) o bloco cerâmico pode ser comercializado com duas definições:

Os blocos e tijolos são comercializados conforme sua aplicação, vedação (VED) ou estrutural (EST), e de acordo com os requisitos estabelecidos no Quadro 2.

Quadro 2 - Aplicação dos blocos cerâmicos

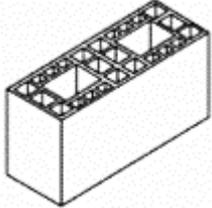
Classe	Aplicação				
	Tipo de Construção				
	Vedação		Estrutural		
	Geral	Racionalizada	Um único pavimento	Até dois pavimentos	Acima de dois pavimentos
VED	X	X			
EST	X	X	X	X	
Largura mínima do bloco	Todas as larguras são aplicáveis. Blocos com largura de 70 mm, admitidos, excepcionalmente, somente em funções secundárias (como shafts ou pequenos enchimentos) e respaldos por projeto com identificação do responsável técnico		90 mm	115 mm	140 mm

Fonte: NBR 15270-1 (ABNT, 2017, p 12).

A classificação VED indica uso exclusivo para vedação, podendo ser VED15 ou VED30. A classificação EST indica uso estrutural e uso como vedação racionalizada, podendo ser EST40, EST60, EST80 e outras. As denominações 15, 30, 40, e assim por diante, indicam a resistência característica mínima do bloco ou tijolo em quilograma-força por centímetro quadrado ( $\text{kgf/cm}^2$ ), aproximando  $1 \text{ kgf/cm}^2$  igual a  $0,1 \text{ MPa}$ .

De acordo com o tópico anterior, a NBR 15270-1 (ABNT, 2017) define as resistências características para cada classe estrutural, levando em conta a absorção de água nos agregados e a retração, conforme ilustrado na Quadro 3.

Quadro 3 - Requisitos para a resistência à compressão, absorção de água e retração

Bloco para alvenaria racionalizada em parede vazada com vazados				
Classe	fbk mínimo (MPa)	Absorção de água (%)	Geometria	
				
			Espessura mínima das paredes do bloco (mm)	
			Interna	Externa
EST40	4,0	8,0 a 21,0	7	6
EST60	6,0		8	7
EST80	8,0			
EST100	10,0			
EST120	12,0			

EST140	14,0		
--------	------	--	--

Fonte: NBR 15270-1 (ABNT, 2017, p 14)

No empreendimento estudado, as resistências mecânicas a compressão dos blocos cerâmicos está designada em projeto, na qual foi estabelecida pelo calculista estrutural de acordo com as necessidades desta obra, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Resistência dos blocos por pavimento

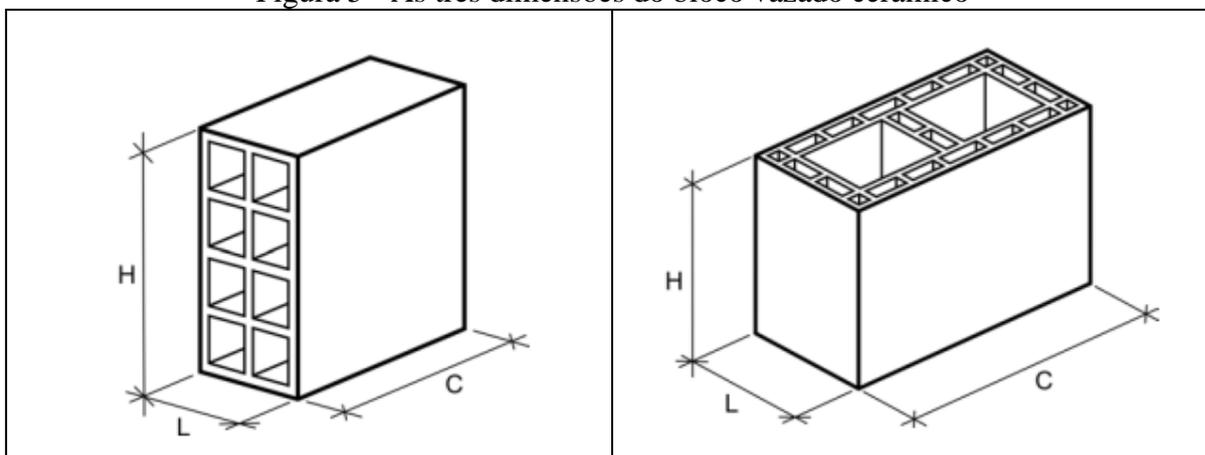
Pavimento	Resistência mecânica à compressão dos blocos cerâmico (fgk)
Tipo 2 e 3	12,0 MPa
Tipo 4 e 5	9,0 MPa

Fonte: Projeto estrutural (2018).

A NBR 15720-1 (ABNT, 2017) destaca que o bloco ou tijolo cerâmico não pode apresentar defeitos sistemáticos, como quebras, superfícies irregulares ou deformações que impeçam o seu emprego na função especificada, além de que as características visuais do bloco ou tijolo cerâmico, com face à vista, devem atender aos critérios de avaliação da aparência especificados em comum acordo entre fabricante e comprador.

A unidade de medida de um bloco é o componente básico da alvenaria e será sempre definida por três dimensões principais: comprimento, largura e altura, demonstrados na figura 5.

Figura 5 - As três dimensões do bloco vazado cerâmico



Fonte: NBR 15270-1 (ABNT, 2017, p. 2).

A NBR 15720-1 (ABNT, 2017) especifica as larguras padronizadas para os blocos cerâmicos, sendo a largura nominal de 9 cm até 24 cm para cerâmicas de vedação e de 9 cm à 19 cm para cerâmicas de estrutura. Os comprimentos padronizados são de 19 e 39 cm para alvenaria de vedação e de 24 cm a 59 cm para cerâmicas estruturais, já as alturas variam de 9 à 19 cm.

Ramalho e Corrêa (2003, p. 13) destacam que, quanto às dimensões do bloco de concreto, “[...] o comprimento e, pode-se dizer, também a largura definem o módulo horizontal, ou módulo em planta. Já a altura define o módulo vertical, a ser adotado nas elevações.”. Assim, percebe-se o quão é importante que o comprimento e a largura sejam ou iguais ou múltiplos, de maneira que se possa ter um único módulo em planta, fazendo com que a amarração das paredes seja simplificada, havendo um ganho elevado em termos da racionalização do sistema construtivo.

Para a NBR 15720-1 (ABNT, 2017), as dimensões dos blocos cerâmicos, modulares e sub-modulares, devem corresponder às dimensões constantes, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Dimensões reais dos blocos vazados cerâmicos

Alvenaria Estrutural - Dimensões Nominais						
Dimensões Modulares	Dimensões Nominais					
Módulo Dimensional	Largura	Altura	Comprimento			
M = 10 cm	L (cm)	H (cm)	Bloco Principal	1/2 bloco	Bloco L amarração	Bloco T amarração
M x (5/4) M x (5/2) M	9,0	11,5	24,0	11,5	-	34,0
M x (2) M x (5/2) M		19,0	24,0	11,5	-	34,0
M x (2) M x (3) M			29,0	14,0	24,0	39,0
M x (2) M x (4) M			39,0	19,0	29,0	49,0
			59,0	29,0	-	-
(5/4) M x (5/4) M x (5/2) M	11,5	11,5	24,0	11,5	-	36,0
(5/4) M x (2) M x (5/2) M		19,0	24,0	11,5	-	36,5
(5/4) M x (2) M x (3) M			29,0	14,0	26,5	41,5
(5/4) M x (2) M x (4) M			39,0	19,0	31,5	51,5
			59,0	29,0	-	-
(3/2) M x (2) M x (3) M	14,0	19,0	29,0	14,0	-	44,0
(3/2) M x (2) M x (4) M			39,0	19,0	34,0	54,0
			59,0	29,0	-	-
(2) M x (2) M x (3) M	19,0	19,0	29,0	14,0	34,0	49,0
(2) M x (2) M x (4) M			39,0	19,0	-	59,0
			59,0	29,0	-	-

Fonte: NBR 15270-1 (ABNT, 2017, p. 6).

## 2.4.2 Argamassa de assentamento

Para Ramalho e Corrêa (2003, p.7-8), “[...] a argamassa de assentamento possui as funções básicas de solidarizar as unidades, transmitir e uniformizar as tensões entre as unidades de alvenaria, absorver pequenas deformações e prevenir a entrada de água e de vento nas edificações.”

Usualmente, a argamassa de assentamento é composta de areia, cimento, cal e água. Ela deve reunir características de trabalhabilidade, resistência, plasticidade e durabilidade para o desempenho de suas funções (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

Segundo a NBR 15961-1 (ABNT, 2011), as argamassas destinadas ao assentamento de blocos de concreto devem atender aos requisitos estabelecidos na NBR 13281 (ABNT, 2005). Com relação a resistência à compressão, a argamassa deve atender ao valor máximo limitado a 0,7 da resistência característica especificada pelo fabricante do bloco, com referência à área líquida. No empreendimento estudado, o projetista estrutural estabeleceu a resistência mecânica a compressão de NBR 15270-1 (ABNT, 2017).

Tabela 3 - Resistência da argamassa por pavimento

Pavimento	Argamassa de assentamento (fgk)
Tipo 2 e 3	7,0 MPa
Tipo 4 e 5	6,0 MPa

Fonte: Projeto estrutural (2018).

### 2.4.3 Graute

O graute é definido pela NBR 8798 (ABNT, 1985) como um tipo especial de concreto, com baixa textura e que, muitas vezes, é utilizado para aumentar a área da seção transversal do bloco estrutural, o que acarreta em um considerável aumento à resistência da parede à compressão, além de ser indicado para preencher o vazio dos blocos e canaletas no intuito de solidarizar as armaduras e aumentar a capacidade, portanto da estrutura.

Para Manzione (2004), o graute é um micro concreto com alta plasticidade, capaz de aumentar a resistência à compressão da parede através do aumento da seção transversal do bloco. Quando combinado com armaduras, o graute também aumenta a resistência à tração da estrutura.

Segundo a NBR 10837 (ABNT, 2000, p. 7), “[...] o graute deve ter sua resistência característica maior ou igual a duas vezes a resistência característica do bloco [...]”. Essa recomendação é entendida quando se recorda que a resistência característica do bloco é referida através da área bruta e que o índice de vazios, usualmente, é de 50%. No empreendimento estudado o projetista estrutural definiu a resistência mecânica a compressão do graute conforme a Tabela 4

Tabela 4 - Resistência do graute por pavimento

Pavimento	Graute (fgk)
-----------	--------------

Tipo 2 e 3	25,0 MPa
Tipo 4 e 5	20,0 MPa

Fonte: Projeto estrutural (2018).

Levando em consideração o tempo para executar o grauteamento, do ponto de vista econômico e de produtividade, é interessante ter uma equipe unicamente para fazer essa etapa, pois pode ocasionar uma quebra de produção da alvenaria, devido aos cuidados que devem ser tomados antes de executar os serviços, como limpeza e inspeção das células.

Manziona (2004) diz que o uso do graute reduz a velocidade de produção, por isso é aconselhável que o engenheiro responsável pelo projeto estrutural utilize o graute apenas quando for necessário, conforme estabelecido em cálculos de dimensionamento, sem acréscimo excessivo do coeficiente de segurança.

#### **2.4.4 Armadura**

As barras de aço usadas na execução de alvenaria estrutural são as mesmas usadas nas estruturas convencionais de concreto armado. Segundo Oliveira (1992), a função da armadura na alvenaria é o travamento da estrutura, o combate à retração e auxiliar nos esforços de compressão e tração. Ainda, podem ser utilizados os grampos que são elementos de amarração das paredes, sendo colocados nas juntas das argamassas de assentamento, que auxilia na geração uniforme de tensões. O uso de grampos na alvenaria estrutural não é uma das técnicas mais recomendadas, contudo, em alguns casos, é a única solução possível. O uso desses grampos acaba redistribuindo as tensões, o que pode levar a acontecer rachaduras na parede.

Segundo Ramalho e Corrêa (2003), não há diferenciação nas barras utilizadas como grampos de alvenaria para as barras utilizadas na construção em concreto armado, sendo o graute o material utilizado para prender os grampos juntamente aos blocos estruturais. O uso de grampos cria uma atividade a mais na obra e de difícil verificação. Como esta solução não permite a redistribuição de tensões, podem ocorrer patologias (MANZIONE 2004).

Para armaduras colocadas nas juntas das argamassas de assentamento, Ramalho e Corrêa (2003, p. 8) destacam uma exceção: “[...] o diâmetro deve ser de no mínimo 3,8 mm, não ultrapassando a metade da espessura da junta.”

## 2.5 PRINCIPAIS FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

As empresas vêm investindo em ferramentas e equipamentos que reduzem o desgaste físico dos operários através de princípios ergonômicos, como altura de masseiras e a utilização de plataformas para empilhamento de blocos. Os conceitos gerenciais incorporados pelas empresas buscam espaços para uma nova filosofia, que visa a criação de espaços para a mão de obra e sugestões para elevar a produtividade (MOHAMAD, 2015).

O Quadro 4 apresenta as ferramentas necessárias em cada etapa na execução de alvenaria estrutural.

Quadro 4 - Equipamentos e ferramentas utilizadas

<b>EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS</b>	<b>MARCAÇÃO 1º FIADA</b>	<b>ELEVAÇÃO DE ALVENARIA</b>
Colher de pedreiro	X	X
Palheta para assentamento		X
Fio de linha	X	
Trena 5m e 30m	X	X
Nível lazer	X	
Régua de prumo/nível - 1,20m	X	X
Esquadro	X	
Carrinho de materiais	X	X
Andaimes		X
EPI's	X	X

Fonte: Autores (2018).

Grande maioria dos equipamentos e ferramentas utilizados na execução de alvenaria estrutural são os mesmos utilizados em construções convencionais. Ainda assim, algumas ferramentas são de uso específico na execução de alvenaria estrutural, como a palheta, que segundo Mohamad (2015, p. 305) é “[...] usada para a aplicação do cordão de argamassa de assentamento nas redes longitudinais dos blocos, por meio do movimento vertical e horizontal ao mesmo tempo [...]” conforme Figura 6.

Figura 6 - Palheta para assentamento de blocos



Fonte: Autores (2018).

No empreendimento é importante destacar o auxílio de elevador externo, conforme Figura 7. O equipamento possibilita uma redução significativa nos esforços em manter uma boa produtividade, já que os assentadores necessitam dos insumos para não ficar ociosos, as masseiras precisam estar sempre cheias e com os blocos ao alcance das mãos.

Figura 7 - Elevador externo instalado na obra



Fonte: Autores (2018).

O equipamento faz parte dos equipamentos da construtora e está em uso desde o segundo pavimento, o que não afetou os cálculos de RUP, uma vez que as duas equipes foram beneficiadas com seu uso.

## 2.6 PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA

Este capítulo descreve a produtividade da mão de obra no serviço de alvenaria, iniciando com as considerações sobre o tema, seguido de um estudo dos fatores que influenciam na produtividade e finalizando com o método RUP, que mensura a produtividade da mão de obra.

### 2.6.1 Considerações sobre a produtividade

O caminho mais sustentável para a melhoria do padrão de vida em qualquer país é o aumento de produtividade da mão de obra. Os ganhos adquiridos com a elevação da produtividade englobam tanto processos mais eficientes, como as inovações em processos e serviços (ARAÚJO, 2001).

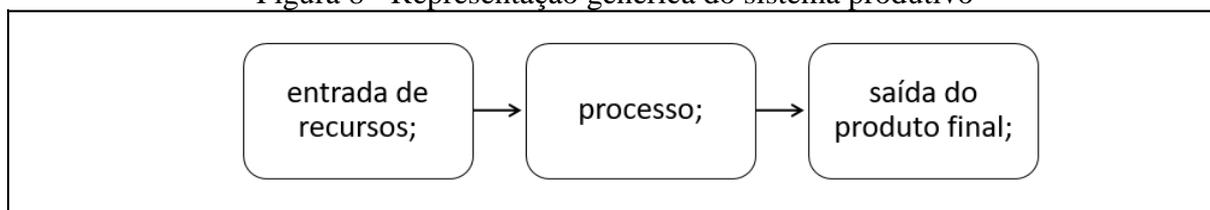
O crescente aumento da competitividade tem estimulado as empresas a investirem em estudos sobre a origem das deficiências do processo produtivo e a determinarem indicadores que influenciam a produtividade (SANTOS, 1995).

Definir os indicadores de produtividade correspondem à quantidade de trabalhos executados em função do tempo para execução da mesma. Como exemplo, cita-se a quantidade de metros quadrados de alvenaria, levando em conta o número de operários e o tempo utilizado para a execução (RAMOS, 2001).

Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (2010, p. 9), “[...] um conceito mais amplo para a produtividade é a obtenção de uma produção maior com uma mesma quantidade de recursos empregados ou, de outra maneira, quando se emprega menos para obter uma mesma produção.”.

Com isso se pode afirmar que a produtividade está relacionada com o melhor desempenho na utilização dos insumos durante o processo construtivo, sem comprometer a qualidade do produto final. Desta forma, segundo Araújo (2001), a produtividade passa a ser genericamente “[...] representada como uma razão entre os recursos (físicos ou financeiros) que entram num processo e os resultados que saem do mesmo (produtos, serviços, capital, etc.) [...]”, conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 8 - Representação genérica do sistema produtivo



Fonte: Maruoka e Souza (1999, p. 12).

### 2.6.2 Fatores que podem influenciar na produtividade

A partir da grande variação de produtividade da mão de obra, o administrador do canteiro de obras que consegue através da estatística acompanhar a eficiência das suas equipes pode manipular ao seu favor as frentes para cada etapa, permitindo a correção de fatores que afetam a produtividade de cada equipe. Segundo Souza (2006, p. 44) “[...] não é possível tomar boas decisões sem o conhecimento de tais faixas e das razões que levam as variações mostradas [...]”.

Não é possível entender as suas equipes de produção sem avaliar cada profissional envolvido, suas experiências adquiridas em outras obras, entender a dinâmica da equipe, a importância de cada profissional. Neste estudo o assentador de blocos se torna o principal membro da equipe. A ele é atribuído o servente que o auxilia nas tarefas como recortes de blocos, limpeza e apoio no transporte de materiais. Para Carraro (1998, p. 11):

Quando se pensa na execução de alvenaria, geralmente este pensamento está associado à figura de um pedreiro assentando blocos ou tijolos. No entanto por trás desta figura estereotipada, estrutura-se todo um esquema de gestão e organização da produção para que tal serviço possa ser realizado.

Segundo Thomas e Yakoumis (1987, p. 44), se as características dos serviços a serem executados fossem sempre as mesmas, não haveria variação de produtividade. As características que influenciam a produtividade são denominadas pelo autor como fatores e podem ser observados sob o ponto de vista:

- a) da obra em estudo (por exemplo, as condições climáticas a cada dia, a existência ou não de frente de trabalho suficiente ao longo do transcorrer do serviço etc.);
- b) da comparação da obra com outras obras (por exemplo, se usa ou não grua para transporte de blocos paletizados, a forma e o valor da remuneração dos operários);
- c) da comparação entre diferentes regiões de localização de conjuntos de obras (por exemplo o nível de emprego vigente na região, a postura do sindicato local etc.);

Ramos (2001) afirma que alguns fatores ditos anteriormente podem influenciar na produtividade da mão de obra e determinam a capacidade de alcançar o êxito na execução de um empreendimento, os fatores são:

a) concepção de projetos utilizando características padronizadas através da coordenação modular, a elaboração e definição de métodos com a capacidade de melhorar a produtividade;

b) o planejamento e programação, levando em consideração as características da obra a ser executada, o controle das etapas de produção, bem como o gerenciamento de projeto e de informações, de forma que as soluções relativas ao planejamento possam ser executadas no menor tempo possível;

## 2.7 RAZÃO UNITÁRIA DE PRODUÇÃO (RUP)

A RUP nada mais é que um indicador de produtividade utilizado na construção civil e que permite ao empreendedor realizar análises, desenvolver métodos de melhoria, estimular seus funcionários, prever o consumo de insumos na obra, além de conscientizar seus encarregados sobre a importância para com o meio ambiente da redução do desperdício no dia a dia da construção. Segundo Souza (2006, p. 15), “[...] adota-se como o indicador denominado razão unitária de produção (RUP) como mensurador de produtividade, relacionando o esforço humano, avaliando em homens x hora (Hh) com a quantidade de serviço realizado [...]”.

Equação 1 – Cálculo da RUP

$$RUP = \frac{Hh}{\text{quantidade de serviço}} P = QS/T$$

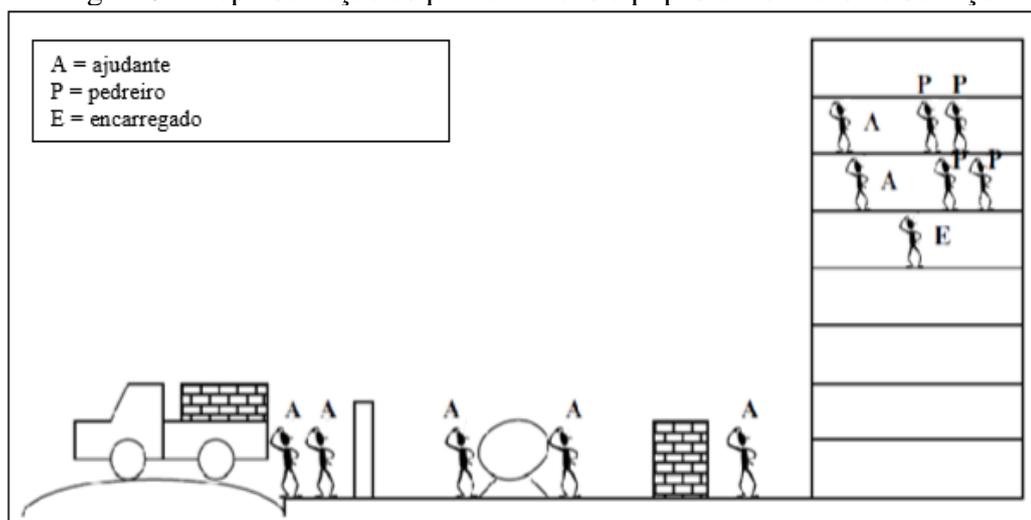
Fonte: Souza (2000, p. 3).

- (H) sendo a definição de quais Homens estão inseridos na avaliação;
- (h) a quantificação das horas de trabalho a considerar;
- (QS) a quantificação de serviço.

Um dos fatores importantes para mensurar a RUP diz respeito às equipes de trabalho consideradas para medir a produtividade de um serviço. Para Souza (2000), é considerado apenas o operário que está executando o serviço, sendo a equipe direta (trabalhador e servente), a equipe direta mais o apoio, e assim por diante, até chegar na administração da obra. Em função das equipes consideradas, a RUP pode variar mais de 200% com a mesma quantidade executada.

A Figura 9 ilustra a representação das equipes que poderiam ser consideradas. Duas equipes atuando direto nos serviços (um ajudante e dois pedreiros), sendo uma equipe para cada andar, mais uma equipe de apoio (com três ajudantes) fazendo a argamassa e carregando, além de uma equipe de apoio geral (com dois ajudantes) e o encarregado (SOUZA, 2000).

Figura 9 - Representação esquemática das equipes envolvidas no serviço



Fonte: Souza (2000, p. 3).

### 2.7.1 Mão de obra

A composição das equipes de mão de obra, como, por exemplo, o número de ajudantes para cada pedreiro e a presença ou não do encarregado, são fatores determinantes que devem ser considerados quanto aos níveis de produtividade da mão de obra. Souza (1996, p. 6) destaca a importância para o estudo da mão de obra devido ao “[...] fato de a mão-de-obra ser o recurso onde as maiores perdas são verificadas, de um grande número de atividades em construção civil ter seu ritmo ditado pelo ritmo da mão-de-obra e pelo fato de ser o recurso de mais difícil controle [...]” nos canteiros de obra.

A mão de obra pode ser considerada a principal influência da produtividade e a maior preocupação dentro da produção. Embora os gestores exerçam funções importantes, a RUP vai envolver esforço direto apenas dos operários. Desta forma, Souza, (2006, p. 7) destaca a importância de:

- a) estarem em níveis hierárquicos distintos, por exemplo, podem-se ter os: “oficiais ou qualificados” e os “ajudantes ou serventes ou aprendizes” pode-se ainda definir um estágio intermediário, qual seja, o de “meio oficial”.
- b) terem “especializações” variadas, por exemplo de: pedreiro, carpinteiro, encanador etc.;
- c) atuarem em “diferentes serviços”, por exemplo de: fôrmas, armação, concretagem, alvenaria, revestimento interno de paredes com argamassa etc.;
- d) dentro de um certo serviço, estarem alocados a uma certa parte das etapas do fluxograma dos processos, por exemplo, pode-se ter a alocação do operário apenas na etapa de produção de argamassa, como o mesmo pode estar na etapa de aplicação da argamassa;
- e) poderem se “organizar” de várias maneiras, por exemplo: em série ou em paralelo; sob determinada relação oficial: ajudante; etc.

Ainda sobre a mão de obra, Souza (2006) ressalva que existem várias combinações das possibilidades nem um mesmo serviço, por exemplo, um servente servindo material para dois pedreiros, e que em dias de concretagem ajuda espalhando concreto na laje. O Quadro 5 a seguir descreve a classificação dos trabalhos envolvidos na execução da obra, conforme o nível hierárquico.

Quadro 5 - Classificação dos trabalhadores conforme nível hierárquico

Gestão	Produção	
Mestre de obras, encarregados, estagiários, almoxarife e apontador	Nível hierárquico	Oficial qualificado, meio-oficial, servente
	Especialização	Pedreiro, carpinteiro, encanador, azulejista, etc.
	Serviço	Fôrmas, armação, concretagem, alvenaria, revestimento de paredes internas, revestimentos cerâmicos de piso, etc.
	Parte do fluxograma dos processos	Recebimento, estocagem, movimentação, processamento intermediário e processamento final
	Organização	Série, paralelo e relação oficial/ajudante

Fonte: Souza (2006, p. 33).

### 2.7.2 Horas de trabalho consideradas

Quando se fala em horas de trabalho, são consideradas apenas horas disponíveis para executar determinada tarefa dentro do canteiro de obras. Não são, portanto, descontadas as horas em que o operário está parado, por exemplo, quando o gestor deixa faltar material ou instrução. Assim, não são computadas apenas as horas produtivas (SOUZA, 2006).

### 2.7.3 Quantidade de serviço realizado

Discutir a produtividade se faz necessário à padronização quanto a forma de se mensurar, a fim de não prejudicar os indicadores de decisão, devido a mal-entendido.

Souza (2006, p. 36) define que: “[...] seja mensurada a quantidade líquida de serviço em lugar da quantidade bruta ou equivalente, muitas vezes adotada por convenções quanto à forma de pagamento [...]”. Dessa forma, em um serviço de execução de alvenaria, é descontado os vãos livres, mensurando apenas a alvenaria realmente executada. Cada serviço é mensurado diferentemente, por exemplo, durante a concretagem é mensurado o volume, enquanto no revestimento é em área.

#### **2.7.4 Período referente à RUP**

Souza (2006, p. 38) destaca que se podem definir períodos associados às mensurações das RUP, assim, podem-se calcular diferentes indicadores de produtividades, denominados a seguir:

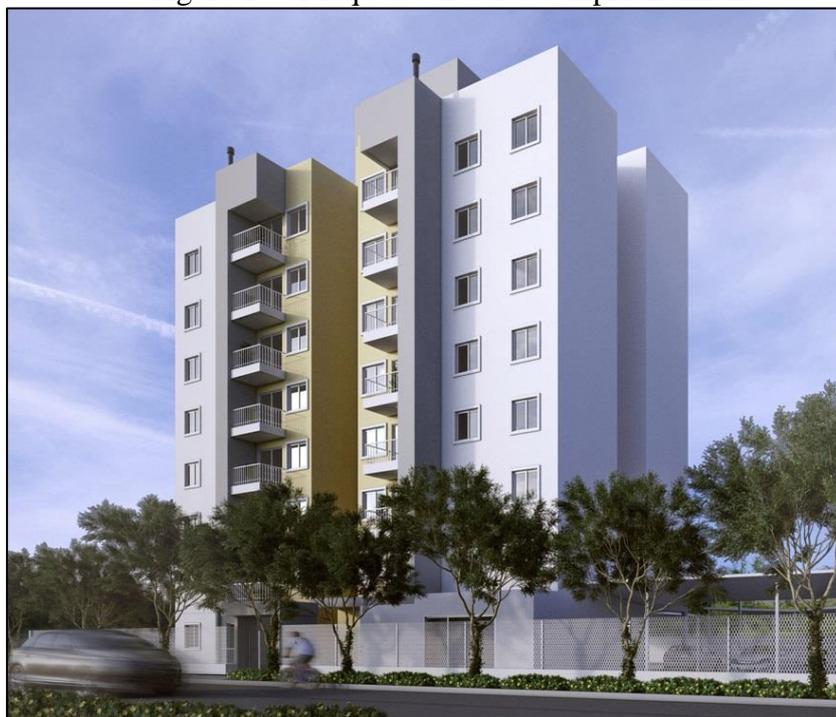
- o dia de trabalho, quando, a cada dia útil de serviço, medem-se entradas e saídas, calculando-se a RUP que, nesse caso, será denominada RUP diária (RUPd);
- um período acumulado, quando as quantidades de entradas e saídas são aquelas acumuladas desde o primeiro dia do estudo até a data de sua avaliação; nesse caso, tem-se a RUP cumulativa (RUPcum);
- um ciclo do serviço, adotado quando o serviço possui ciclos bem definidos, como é o caso das fôrmas para andares repetitivos de prédios de múltiplos pavimentos, quando o ciclo representaria todo o período de tempo envolvido na produção de fôrmas de um pavimento; nesse caso, tem-se a RUP cíclica (RUPcic);
- um período determinado (por exemplo, uma semana) em relação ao qual se deseja saber o valor da RUP periódica (RUPper).

Nesse trabalho será abordado os valores de RUP diário, cumulativo e de potencial para cada uma das equipes de alvenaria, de modo que seja possível através dos cálculos mensurar a produtividade exata em cada pavimento.

### 3 CARACTERÍSTICA DA OBRA ESTUDADA

O Condomínio Residencial Roma, apresentado na Figura 10, trata-se de um empreendimento multifamiliar de interesse social, financiado pelo programa Minha Casa, Minha Vida. O condomínio, situado em Tubarão-SC, é composto por oito apartamentos por pavimento, sendo que a construção possui 7 pavimentos mais o térreo, destinado ao estacionamento de veículos dos moradores, totalizando 56 apartamentos. Todos contendo dois quartos, banheiro, sala de estar/jantar, cozinha, área de serviço e sacada com churrasqueira. O empreendimento dispõe também de elevador com o intuito de proporcionar comodidade aos moradores.

Figura 10 - Maquete virtual do empreendimento



Fonte: Habitare Participações (2018)

O empreendimento residencial Roma é administrado pela Bellarte Construções que está no ramo há mais de 15 anos, possuindo um histórico de aproximadamente de 50.000,00 m<sup>3</sup> de obras já executadas na região de Tubarão e Florianópolis até a elaboração deste estudo. A administração do empreendimento Roma conta com uma estrutura organizacional completa, o que garante a excelência em todos os setores da empresa. As atividades nesse empreendimento iniciaram em 01/09/2017 com previsão para término em 01/03/2018. As fundações do tipo estaca com blocos e o pavimento térreo, que vai funcionar como garagem, foram finalizadas no início de dezembro de 2017. Lembrando que o pavimento térreo foi construído em pilares de

concreto armado e as lajes em vigotas pré-moldadas, as alvenarias do primeiro pavimento foram liberadas para execução no dia 07 de dezembro de 2017.

### 3.1 EQUIPES DE TRABALHO

O empreendimento conta com auxiliar administrativo, engenheiro civil, estagiário de engenharia civil, almoxarife e mestre de obra. Também conta com serviços de empreiteiras contratadas para execução do empreendimento.

#### 3.1.1 Equipes de apoio para alvenaria

As equipes de apoio são peças chave dentro do canteiro de obras e de grande influência na produtividade de todos os serviços. Pouco serviria a habilidade individual dos profissionais sem a capacidade de fornecer os insumos necessários com agilidade assim como as equipes de apoio o fazem. A equipe também fica responsável por:

- a) Dosagem e transporte de argamassa de assentamento;
- b) Transporte de blocos até o local de execução da alvenaria;
- c) Execução do grauteamento em todas as etapas;

No empreendimento estudado, as equipes de apoio são funcionários registrados da construtora, são eles: pedreiros, carpinteiros e serventes. Também pode-se considerar o almoxarifado como equipe de apoio, uma vez que todos os insumos e ferramentas necessários para qualquer atividade precisa dos serviços do almoxarife.

#### 3.1.2 Equipes de execução da alvenaria estrutural

Durante o período de observação no canteiro de obras, participaram do processo de execução da alvenaria duas equipes distintas, ambas contratadas apenas para execução de alvenaria. A seguir a descrição das equipes e suas características:

A equipe 1, responsável pela execução das alvenarias nos pavimentos tipo 1, 2 e 3, é comandada por um pedreiro que tem vasta experiência no assentamento de blocos. O mesmo já havia executado outros empreendimentos sobre a mesma gestão, o que permite acreditar que já existia uma parceria entre construtora e pedreiro.

A Equipe 2, responsável pela execução das alvenarias nos pavimentos tipo 4 e 5 é comandada por dois pedreiros, sendo um deles o assentador na Figura 11, e auxiliada por dois

serventes. Esta equipe também já havia executado serviços com a construtora, porém se tratava de assentamento de alvenaria convencional e serviços de acabamento e revestimento.

Figura 11 - Assentador de blocos da equipe 2



Fonte: Autores (2018).

A equipe surgiu da necessidade urgente da construtora que ficou sem equipe de execução de alvenaria ao final no terceiro pavimento, uma vez que a primeira equipe abandonou a obra por consequência da falta de frente serviço durante o período de cura das lajes. Durante esse tempo, o pedreiro assentador ficava ocioso e por consequência, o profissional ficava sem receber e sem poder executar serviço para outras obras.

## 3.2 PRINCIPAIS ETAPAS DE EXECUÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL

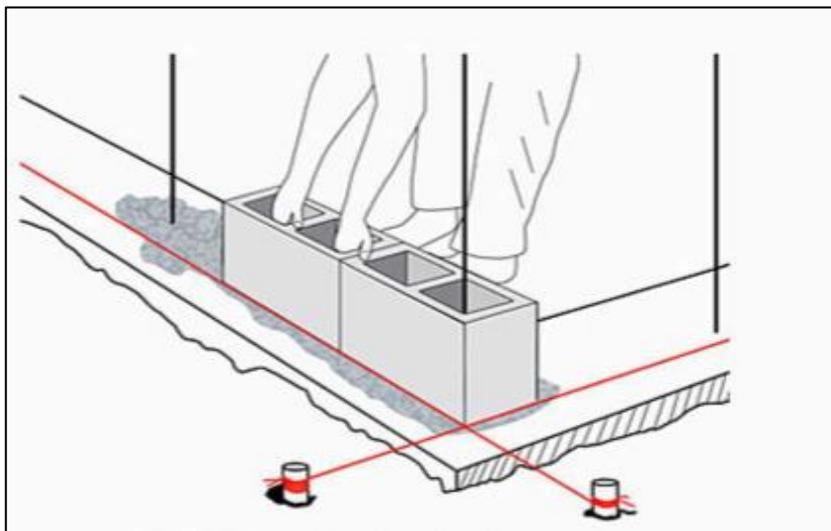
Neste item será abordado as principais etapas envolvidas na execução de alvenaria estrutural, sendo elas a marcação de primeira e segunda fiada, elevação de alvenaria até a nona fiada e a etapa de grauteamento. Nos itens a seguir, será abordado um breve comentário sobre essas etapas e suas principais características.

### 3.2.1 Marcação e execução da primeira fiada

A execução das alvenarias se inicia pela locação dos blocos de canto que definem os alinhamentos para o restante dos blocos. Posteriormente, segue o alinhamento através de um fio de náilon, onde cada bloco encaixa perfeitamente no seu devido lugar, respeitando suas medidas e paginação. Para Santos (1998), a primeira fiada exerce um papel de grande importância na resistência da estrutura como um todo e qualquer erro nesta etapa repercutirá

nas demais, além de dificultar o trabalho do assentador nas próximas fiadas e principalmente comprometendo a qualidade final da parede

Figura 12 - Execução primeira fiada



Fonte: Tauil (2010, p. 140)

É importante ressaltar que antes de iniciar a execução da primeira fiada, deve-se garantir o nivelamento da laje e se sua resistência já alcançou um nível seguro para atender a carga das alvenarias (SABBATINI, 2003).

### 3.2.2 Elevação da alvenaria até a nona fiada

As demais fiadas começaram a tomar forma a partir da marcação de primeira e segunda fiada. Inicia-se pelos cantos e posteriormente preenchendo com blocos em junta amarrada. Segundo Prudêncio Jr., Oliveira e Bedin (2002, p. 160) "[...] primeiramente, deve-se definir o prumo, alinhamento e nível que as fiadas constituintes da parede deverão seguir." O alinhamento entre os blocos é feito com a utilização de um fio de nylon amarrado nas extremidades, o que permite uma linha de referência, garantindo o alinhamento da fiada e a elevação uniforme da alvenaria conforme Figura 13.

Figura 13 - Elevação de alvenaria do quinto pavimento



Fonte: Autores (2018).

A fim de evitar quebra de blocos, perda de tempo e desperdício de material, todos os conduítes e tubulações hidráulicas já foram passados por dentro dos blocos até suas respectivas saídas. Essa é uma característica que chama muito atenção nesse método construtivo, pois, para que ocorra uma execução com o máximo de perfeição, os projetos estrutural, hidrossanitário e elétrico devem estar muito bem compatibilizados.

Nos cantos e extremidades da construção foi realizado a amarração dos blocos, ou seja, colocou-se uma armadura e preencheu-se os blocos com graute, gerando assim um pilarete.

### 3.2.3 Grauteamento

A composição do graute está descrito detalhadamente no capítulo 2. Neste item será abordado os procedimentos para execução do mesmo nos pontos necessários. Vale ressaltar também que a colocação desse graute não pode ser realizada de qualquer maneira. Conforme ABNT NBR 15961-2, a recomendação é que o graute não seja despejado de uma altura maior que 1,60 metros.

O procedimento se inicia com uma vistória na alvenaria através das aberturas deixadas no bloco antes do assentamento. As aberturas são necessárias nas três principais etapas de execução, na primeira fiada, em meia alvenaria, conforme a Figura 14, e na alvenaria de respaldo.

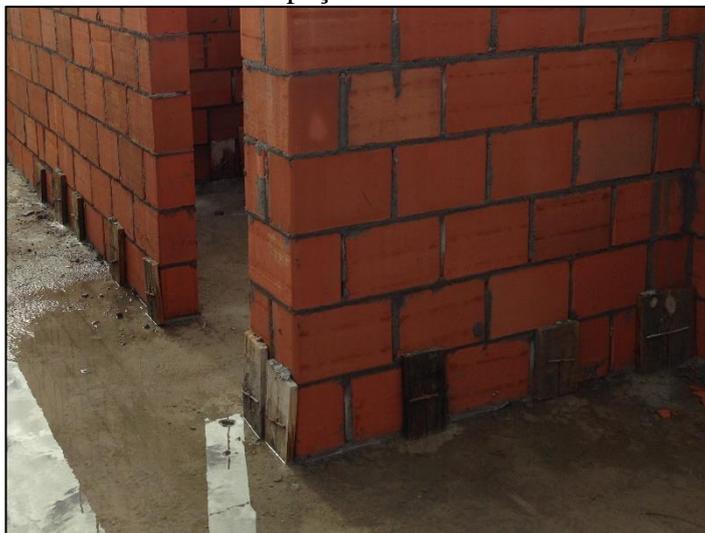
Figura 14 - Janela de inspeção na alvenaria



Fonte: Autores (2018).

O procedimento de verificação é indispensável para garantir o preenchimento de graute dentro do bloco em todas as etapas da alvenaria. Em seguida, as aberturas são fechadas com auxílio de madeira e arame conforme a Figura 15, e concretada, após a cura necessária as madeiras são retiradas para verificação do preenchimento do bloco sem que tenha obstrução durante o procedimento.

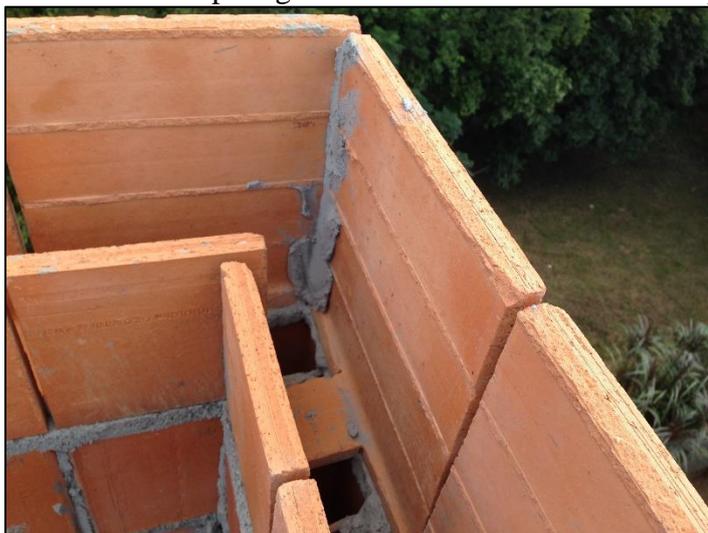
Figura 15 - Janelas de inspeção lacradas com madeira e arame



Fonte: Autores (2018).

Na execução de alvenaria de respaldo, o procedimento difere um pouco das demais. Nessa, o bloco calha com as devidas aberturas conforme a Figura 16, é assentado diretamente sobre o bloco estrutural, de forma que a abertura fique alinhada com o vazio do bloco que vai receber o graute. Dessa forma, apenas uma etapa de grauteamento finaliza a alvenaria, ao invés de aguardar a cura do graute de respaldo para iniciar o graute das calhas, o que acelera o processo e facilita para melhor produtividade de execução.

Figura 16 - Abertura para grauteamento em alvenaria de raspaldo



Fonte: Autores (2018).

A aplicação do graute é feita a partir de baldes, derramando sobre um funil nos pontos necessários. O auxílio do funil permite não desperdiçar material e agilizar o processo. O concreto de alta fluidez chega no canteiro de obras em caminhões betoneira, é despejado em tanques de fibra e na sequência carregado por carrinhos de mão até os locais de execução.

## 4 COLETA DE DADOS

Durante as primeiras visitas ao canteiro de obras, foi elaborada uma planilha com o objetivo de organizar as informações necessárias para a pesquisa. Neste capítulo é relatado o método adotado e como era a rotina das observações.

### 4.1 MÉTODO PARA COLETA DE DADOS

Diante da necessidade de coletar as informações de forma prática e precisa, foi adotada uma planilha impressa, cujo o objetivo era arquivar dados para demonstrar de forma clara a diferença de produtividade nas equipes de execução de alvenaria. Segundo Carraro e Souza (1998), é de grande importância que o método adotado para coleta de dados não venha a prejudicar a eficiência das equipes de execução. Os autores ainda recomendam o uso de plantas baixas impressas em folhas tamanho ofício, facilitando o manuseio durante a rotina de coleta de dados.

Na planilha levantamento de dados – presente no Anexo 1, desenvolvida pelos autores desta pesquisa – as equipes de trabalho, juntamente com os pavimentos em execução estão distribuídos nas colunas horizontais, enquanto o restante das variáveis como quantidade já executada, data, quantidade de funcionários e as RUP's calculadas estão na coluna vertical.

As condições climáticas não prejudicaram de forma significativa a rotina para coleta de dados, uma vez que não ocorreu grandes volumes de chuva e a temperatura durante o período variou de 22° a 34°. Os altos valores condizem com a normalidade para a estação de verão na região de Tubarão-SC.

#### 4.1.1 Rotina de coleta de dados

Nos primeiros dias no canteiro de obras, a maior parte do tempo se passou observando a dinâmica de funcionamento das atividades. Também foi nesse período que o engenheiro responsável pela obra passou informações importantes sobre as etapas, o funcionamento das equipes e a logística de execução de alvenaria. As informações foram imprescindíveis para elaboração do roteiro de coleta de dados sem prejudicar o andamento da obra. Durante o período de observação, mais os dados de controle do engenheiro, foi possível a execução da alvenaria de cinco pavimentos. Na Tabela 5 estão organizadas as datas de início de alvenaria e execução de respaldo, ou seja, o término de alvenaria por pavimento.

Tabela 5 - Período de execução de cada pavimento

PAVIMENTO	INÍCIO	TÉRMINO
1	07/12/2017	10/01/2018
2	25/01/2018	09/02/2018
3	21/02/2018	06/03/2018
4	13/03/2018	29/03/2018
5	04/04/2018	20/04/2018

Fonte: Autores (2018).

Cada visita durava cerca de 2 horas, dependendo do clima e da etapa de execução no dia, uma vez que durante a concretagens das lajes é necessário um tempo de cura mínimo para garantir a resistência necessária. No final se conversava com o almoxarifado que realizava o registro de informações de execução de alvenaria também em planilhas, além do controle de funcionários e materiais.

#### 4.1.2 Dados de entrada

Com o método para coleta de dados adotada e informações já preenchidas nas planilhas, iniciou-se a execução de planilhas com fórmulas e gráficos que foram imprescindíveis para mensurar a produtividade de cada equipe através dos cálculos de RUP. Possibilitando assim apontar os indicadores que influenciam na produtividade de cada equipe.

## 4.2 CRITÉRIOS ADOTADOS PARA DIVISÃO DAS EQUIPES DE TRABALHO

As equipes de trabalho foram consideradas apenas que tinham ligação direta com a execução de alvenaria, como mostrado no capítulo 3. Portanto, as equipes de apoio não fazem parte dos cálculos de alvenaria.

A divisão das equipes aconteceu naturalmente, a equipe 1 iniciou a execução de alvenaria do primeiro, segundo e terceiro pavimento, se desligando do empreendimento logo em seguida. A equipe 2 iniciou o quarto pavimento e posteriormente finalizou com o quinto pavimento até a data dessa pesquisa. É importante destacar que todos os pavimentos têm a mesma planta arquitetônica, somando 550 m<sup>2</sup> de alvenaria estrutural, o que possibilita uma divisão exata para cada equipe.

A partir das informações de execução que são registradas pelo Engenheiro, foi possível realizar um levantamento de dados a partir dos diários de obra e de planilhas de execução da primeira equipe, uma vez que a mesma já não se encontrava mais no canteiro para

acompanhar sua produtividade. O arquivo dos administradores da obra também continha imagens de execução e arquivos com as datas de concretagens das lajes e grautes nas alvenarias. As informações foram necessárias para a comparação de produtividade com a equipe que estava trabalhando no momento desta pesquisa.

#### 4.3 CRITÉRIO ADOTADO PARA O TEMPO DE CADA SERVIÇO

O tempo de trabalho adotado como parâmetro ficou sendo o tempo disponível para a execução do serviço. As paradas por conta das condições climáticas ou por falta de material foram desprezados por conta dos valores insignificantes registrados. A equipe de apoio eficiente, aliada ao sistema racionalizado do canteiro de obras, se torna como uma linha de produção industrial, com funcionários adaptados à rotina e ao planejamento dos gestores. As condições climáticas por sua vez também foram boas durante esse período de pesquisa, sem afetar o tempo adotado por cada serviço e, portanto, foi desprezado.

Cada funcionário trabalha 44 horas semanais, sendo nove horas e cinquenta minutos de segunda a quinta feira e oito horas e quarenta minutos nas sextas feiras e no geral não trabalham nos fins de semana, salvo em condições especiais como atrasos em entregas de obra, o que não aconteceu durante o período desta pesquisa.

#### 4.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE A ÁREA CONSIDERADA NO CÁLCULO

A partir dos dados obtidos em campo era possível calcular a produtividade de cada equipe, para obtenção das RUP's. Deve se levar em conta a área de alvenaria produzida, que deve ser descrita da seguinte forma:

- a) a área de alvenaria considerada. Portanto, desprezando vãos inferiores a  $2\text{m}^2$  conforme TCPO 2018 (Tabela de composição e preços para orçamentos);
- b) os cantos de alvenaria, também chamados de castelinhos, eram transformados em áreas de fiadas equivalentes para a medição ficar mais precisa.

#### 4.5 ANÁLISE DE CADA RUP

A partir das planilhas com os cálculos de RUP, foram feitos gráficos contendo separadamente as RUP diárias, acumulativas e potencial. As RUP diárias podem ser analisadas para encontrar informações sobre fatores que influenciam diretamente no serviço, de modo a

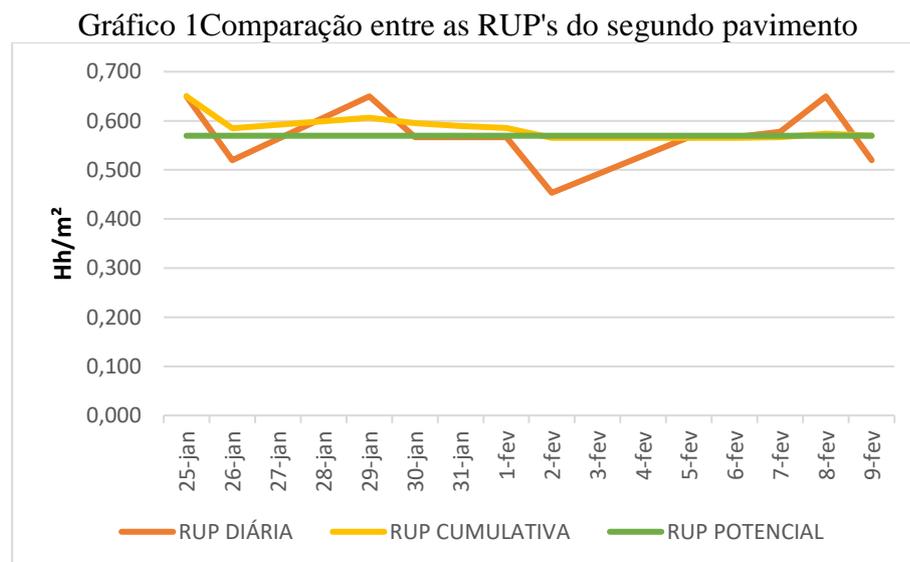
identificar as anomalias que prejudicam a produtividade. Seu cálculo leva em conta a quantidade de alvenaria executada em um único dia pela quantidade de funcionários envolvidos diretamente com o serviço.

As RUP cumulativas podem dar aos administradores da obra uma visão maior da produtividade das equipes, sendo boa opção para previsões de andamento da obra. Os cálculos levam em conta os homens-hora trabalhados nos dias de produção acumulados.

A RUP potencial pode ser utilizada como parâmetro de bom desempenho. Para o cálculo, considera-se todas as RUP diárias com valores abaixo da RUP cumulativa e ordena-se de maneira crescente. O valor obtido é a mediana, que pode ser utilizado juntamente com o valor RUP cumulativa para indicar perda de produtividade da mão de obra.

#### 4.5.1.1 Produtividade no segundo pavimento

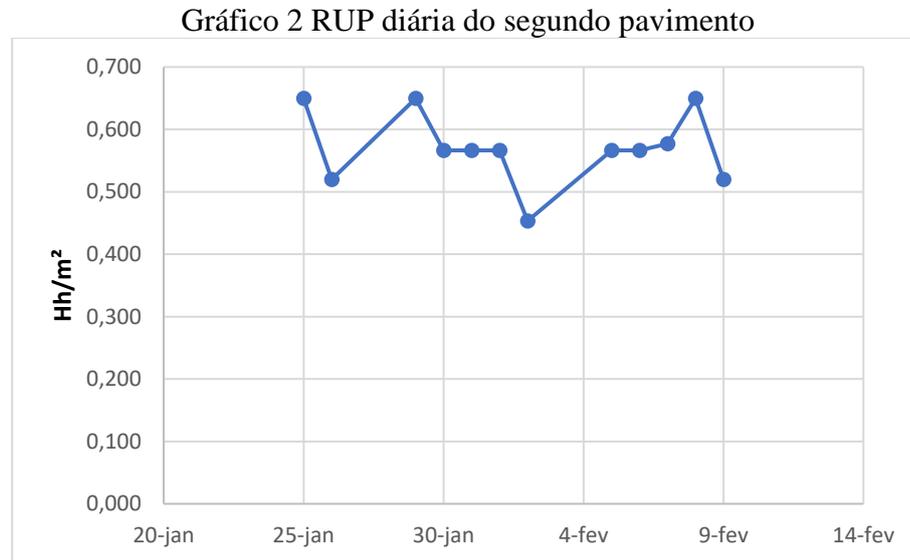
O segundo pavimento teve marcação de alvenaria iniciada em 25 de janeiro, com conclusão no dia 9 de fevereiro, sendo 15 dias corridos para finalizar. Durante esse período, as condições climáticas foram favoráveis, não ocorreu paralização dos serviços por conta de fatores externos. No Gráfico 1, que compara os valores de RUP diária, cumulativa e potencial não teve grandes anomalias. As RUP diária permaneceram em média de 0,571, sendo muito próximo da RUP potencial de 0,570.



Fonte: Autores (2018).

O melhor RUP diário nesse pavimento foi registrado no dia 02 de fevereiro com valor de 0,453 como exposto no Gráfico 2. Nesse dia, o engenheiro de projeto, juntamente com

parte da diretoria da empresa estava no canteiro de obras, não teve nenhuma falta de funcionário ou material, o que explica o bom resultado e teve como pior rendimento o RUP do dia 29 de janeiro e 08 de fevereiro com o valor de 0,650.



Fonte: Autores (2018).

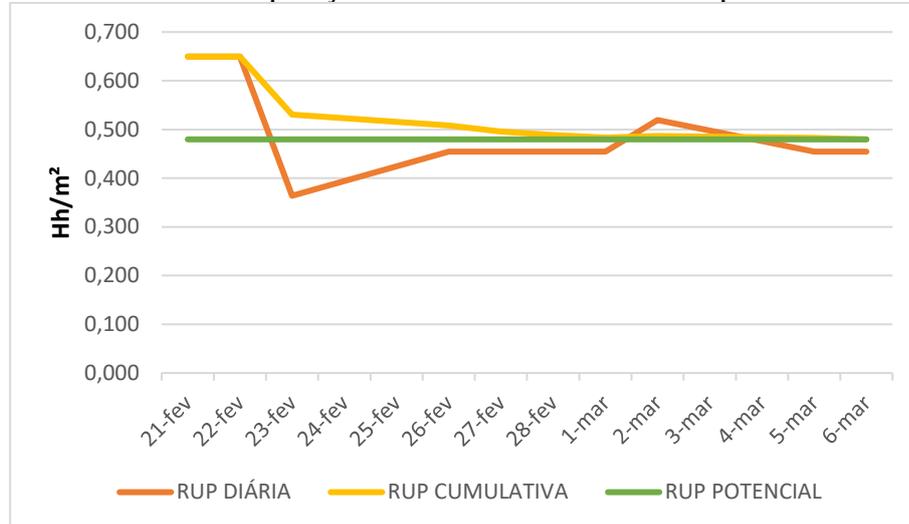
O alto valor da RUP no dia 29 de janeiro é consequência no início de alvenaria pós a marcação. Essa etapa exige bastante do servente que leva todo material necessário para o início de alvenaria. Tanto a argamassa de assentamento quanto os blocos cerâmicos são carregados com auxílio de um carrinho de mão reforçado e são levados ao pavimento em execução através de elevadores externos. O alto valor de RUP do dia 08 de fevereiro coincide com o penúltimo dia de execução de alvenaria no segundo pavimento. O valor reflete a etapa de assentamento de bloco J, na qual exige atenção do assentador, por se tratar de blocos especiais que serão apoio das vigotas da laje. Os blocos são assentados com pequenas aberturas feitas com auxílio de uma serra circular, na qual posteriormente foi executado o grauteamento nessa abertura. A etapa encerrou a execução de alvenaria e promoveu a resistência necessária para receber a terceira laje.

#### 4.5.1.2 Produtividade no terceiro pavimento

O terceiro pavimento teve marcação de alvenaria iniciada em 21 de fevereiro, com conclusão no dia 6 de março. Durante esse período as condições climáticas foram favoráveis, não ocorreu paralização dos serviços por conta de fatores externos. No Gráfico 3, que compara

os valores de RUP diária, cumulativa e potencial não teve grandes anomalias. As RUP diária permaneceram em média de 0,491 e o RUP potencial teve o valor de 0,480.

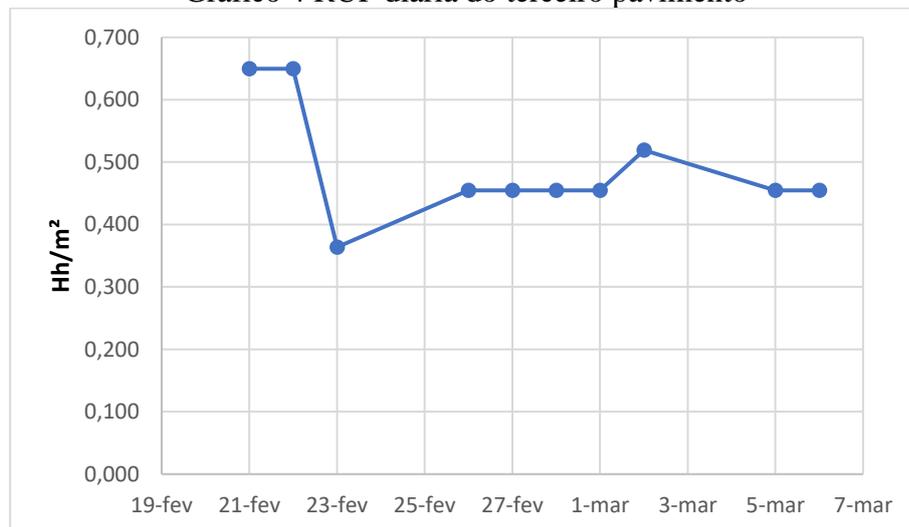
Gráfico 3 Comparação entre as RUP's do terceiro pavimento



Fonte: Autores (2018).

No dia 02 de fevereiro foi registrado o RUP de 0,364, o melhor RUP diário entre todos os pavimentos, e teve como pior rendimento o RUP dos dias 21 e 22 de fevereiro com o valor de 0,650.

Gráfico 4 RUP diária do terceiro pavimento



Fonte: Autores (2018).

O terceiro pavimento teve o melhor desempenho de todo período de observado. A equipe teve o valor médio da RUP diário em 0,491, variando entre 0,364 a 0,650. Os baixos valores indicam uma elevada produtividade em função dos demais pavimentos. Essa melhora pode ter sido influenciada por dois fatores: a presença mais constante do engenheiro de

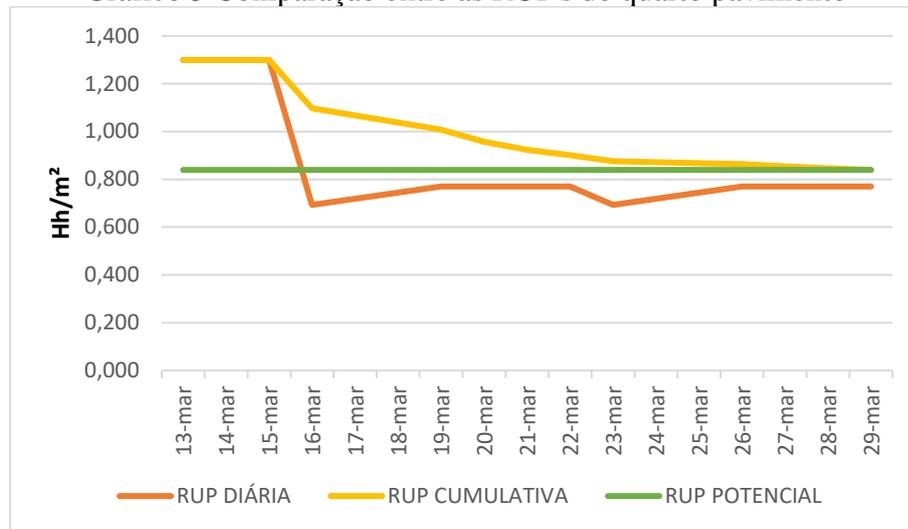
execução no canteiro de obras e seus constantes questionamentos com o mestre de obras, e a experiência adquirida nos pavimentos anteriores, possibilitando a execução das etapas com maior agilidade, uma vez que as plantas arquitetônicas não mudam de um pavimento para o outro.

A RUP cumulativa ficou na média de 0,525, variando entre 0,480 a 0,650, enquanto a RUP potencial ficou em 0,480. Esses foram os melhores índices, somando o período observado com o os dados de controle do engenheiro de execução.

#### 4.5.1.3 Produtividade no quarto pavimento

O quarto pavimento teve marcação de alvenaria iniciada em 13 de março, com conclusão no dia 29 de março. Durante esse período as condições climáticas foram instáveis, ocorreram precipitações em alguns dias, porém com intervalos longos o que permitiram a produção na maior parte do dia. No Gráfico 5, que compara os valores de RUP diária, cumulativa e potencial mostra um decréscimo do valor nas RUP diária e cumulativa, nos primeiros dias de execução. Os altos valores de RUP indicam um pavimento com baixa produtividade e o fator que pode ter influência ao valor mencionado seria a inexperiência na execução de alvenaria estrutural, por se tratar de equipes que trabalharam até então apenas com alvenaria convencional. Os primeiros dias de execução também coincidiram com a etapa de marcação da primeira e segunda fiada, momento em que exige atenção redobrada conforme capítulo 4. Os altos valores de RUP diária e cumulativa nos três primeiros dias comprovam a falta de preparo da equipe, sendo que os valores de 1,299 foram os piores de todo o pavimento, o que contribuiu para o atraso em elevar o restante da alvenaria. A RUP potencial nesse pavimento comparada com o pavimento anterior também comprova a diferença na agilidade das equipes. A RUP potencial foi de 0,839 enquanto no terceiro pavimento foi de 0,480, praticamente o dobro do valor.

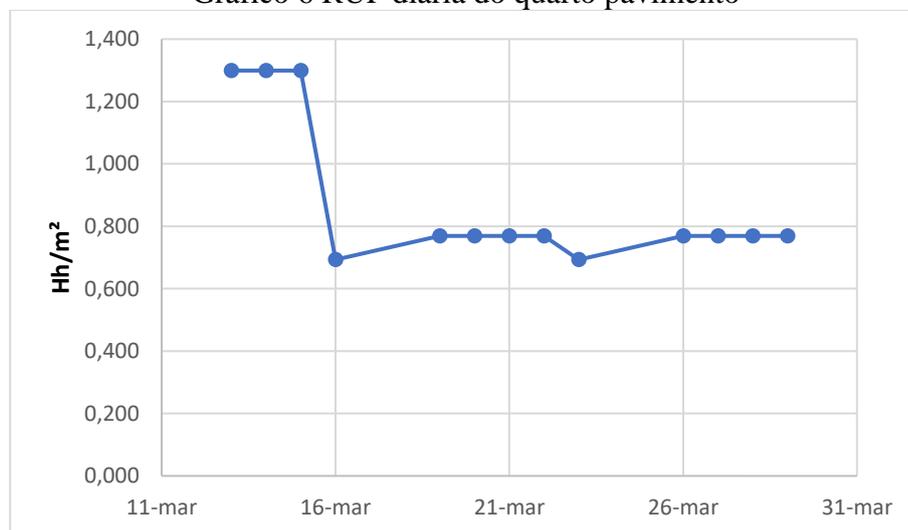
Gráfico 5 Comparação entre as RUP's do quarto pavimento



Fonte: Autores (2018).

Os melhores valores da RUP diária nesse pavimento foram registrados nos dias 13,14 e 15 de março com valor de 1,299 como exposto no Gráfico 6 teve como pior rendimento o RUP do dia 16 de março e dia 23 de março com o valor de 0,693.

Gráfico 6 RUP diária do quarto pavimento



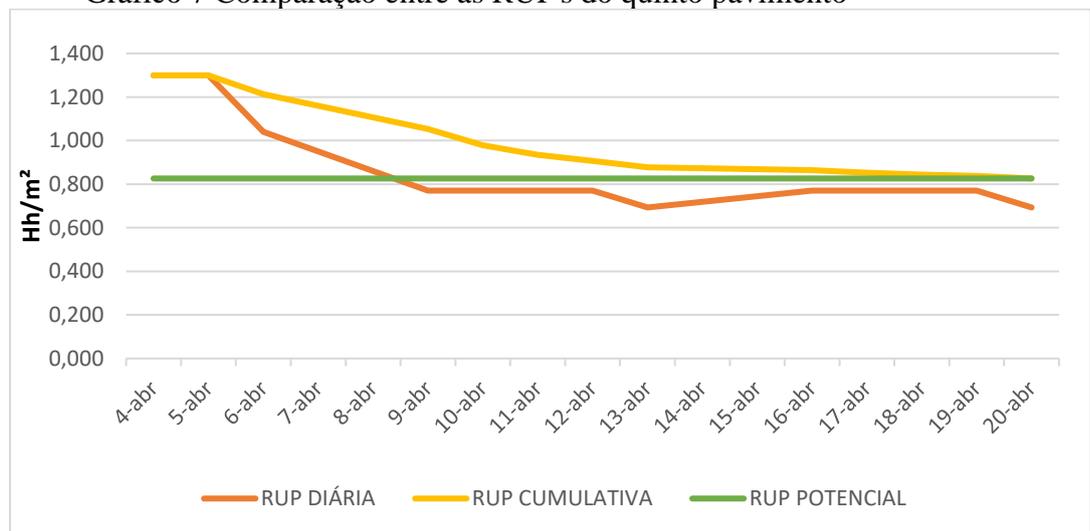
Fonte: Autores (2018).

A redução dos valores da RUP diária indica o baixo rendimento nos primeiros dias de execução de alvenaria, a redução foi consequência da inexperiência da equipe, que durante o período de marcação teve baixa produtividade como já descrito anteriormente. Cinco dias após o início, a equipe conseguiu estabelecer um nível com pouca variação, favorecendo a estabilização da RUP abaixo de 1,0 o que significa uma situação um pouco melhor.

#### 4.5.1.4 Produtividade no quinto pavimento

O quinto pavimento teve marcação de alvenaria iniciada em 04 de abril, com conclusão no dia 20 de abril. Durante esse período as condições climáticas foram favoráveis, não ocorreu paralização dos serviços por conta de fatores externos. No Gráfico 7, que compara os valores de RUP diária, cumulativa e potencial, percebe-se que a equipe melhorou o desempenho ao decorrer dos dias. O período de marcação de primeira e segunda fiada ainda foram os piores desempenhos, devido a maior atenção nessa etapa. Posteriormente a terceira fiada, a equipe elevou sua produtividade ultrapassando sua RUP diária média nos primeiros cinco dias e permanecendo até o fim da execução do quinto pavimento. A média da RUP cumulativa ficou com 0,893, já a RUP potencial com 0,826.

Gráfico 7 Comparação entre as RUP's do quinto pavimento

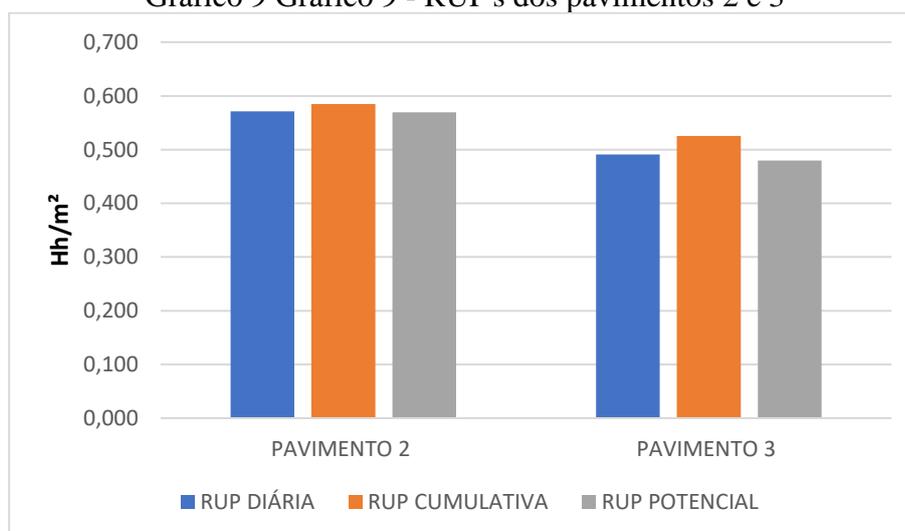


Fonte: Autores (2018).

O melhor RUP diário nesse pavimento foi registrado nos dias 13 e 20 de abril com valor de 0,693 como exposto no gráfico da Gráfico 8. Teve como pior rendimento do RUP diário nos dias 04 e 05 de abril com o valor de 1,299, o pior valor de RUP diário registrado na sequência.



Gráfico 9 Gráfico 9 - RUP's dos pavimentos 2 e 3

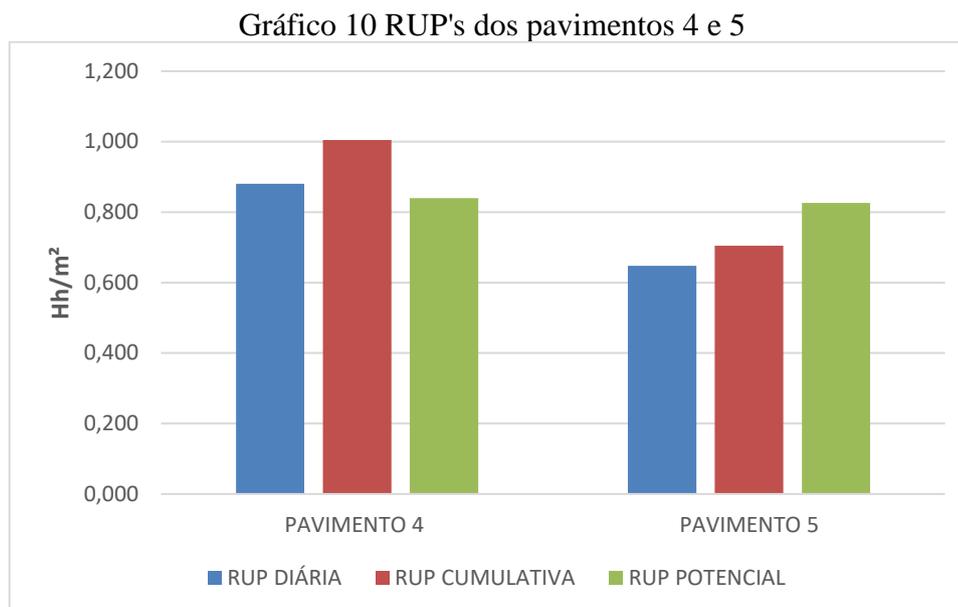


Fonte: Autores (2018).

Os valores comprovam a eficiência da equipe na execução de alvenaria estrutural, a equipe que possui larga experiência nesse método construtivo levou em média 14 dias para finalizar um pavimento com 550 m<sup>2</sup> de alvenaria estrutural. É importante destacar que a elevada produtividade se dá não apenas ao assentador de blocos, mais também à boa comunicação da equipe, que possibilita ao assentador se preocupar apenas com o serviço em execução, enquanto os serventes da equipe preparam os materiais necessários como os blocos e a caixa de argamassa entre outros.

#### 4.5.3 Análise dos indicadores de produtividade da equipe 2

Considerando a produtividade de todo o período observado, a equipe 2 obteve o pior desempenho com a médias de RUP potencial no valor de 0,839 e 0,826 nos pavimentos 4 e 5, nas medias da RUP diárias os valores ficaram em 0,880 e 0,647 nos pavimentos 4 e 5, e nas médias da RUP's cumulativas que permaneceram na média de 1,005 e 0,705, conforme Gráfico 10;



Fonte: Autores (2018).

Os valores comprovam a baixa produtividade da segunda equipe na execução de alvenaria estrutural. A equipe com pouca experiência nesse método construtivo levou em média 16 dias para finalizar um pavimento com 550 m<sup>2</sup> de alvenaria estrutural, sendo o tempo de execução 12,5 % maior quando comparado com os pavimentos 2 e 3 da primeira equipe. É importante destacar que os baixos valores de produtividade se dão devido à falta de experiência da equipe, que ao longo das etapas foi melhorando sua produtividade. A equipe que possui boa comunicação na execução de alvenaria convencional, porém baixa capacidade quando se trata de alvenaria estrutural.

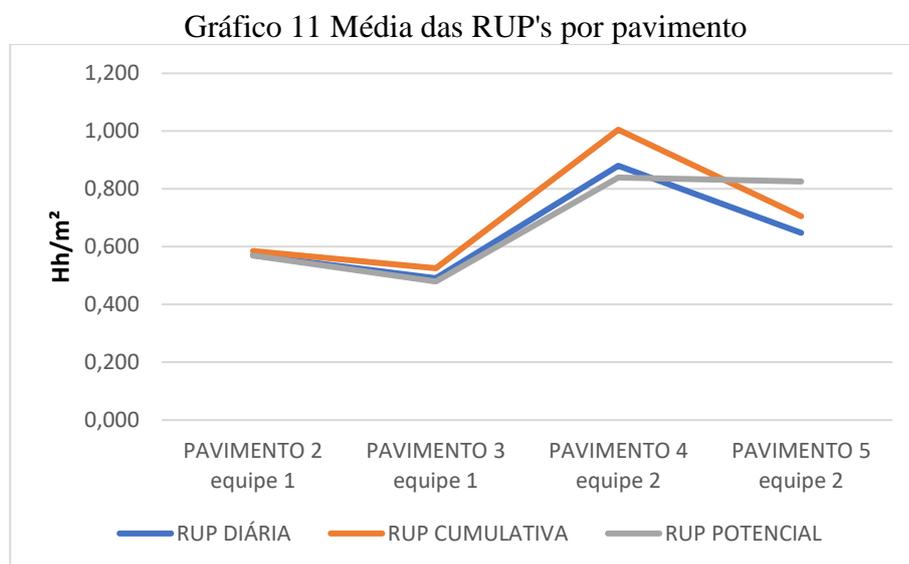
#### 4.5.4 Análise geral das equipes

Após a análise detalhada dos índices de cada equipe envolvida na execução das alvenarias no Residencial Roma, entre o período de dezembro de 2017 a abril de 2018, pode-se por fim através dos calculos de RUP, apontar a equipe mais produtiva, os melhores índices e os dias mais produtivos.

Segundo Ramos (2001), dois fatores podem influenciar na produtividade da mão de obra e determinam a capacidade de alcançar o êxito na execução de um determinado serviço: a concepção de projetos utilizando características padronizadas através da coordenação modular, a elaboração e definição de métodos com a capacidade de melhorar a produtividade; e o planejamento e programação, levando em consideração as características da obra a ser executada, o controle das etapas de produção, bem como o gerenciamento de projeto e de

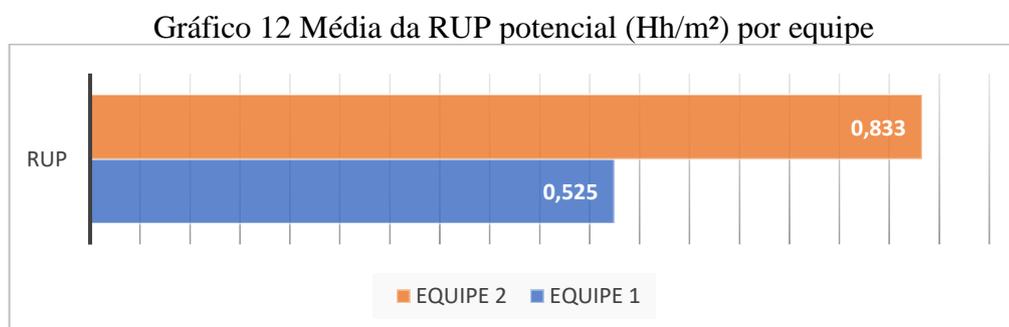
informações, de forma que as soluções relativas ao planejamento possam ser executadas no menor tempo possível.

**O Erro! Fonte de referência não encontrada.,** que compara as médias da RUP's diária, cumulativas e potencial por pavimento mostra a superioridade da primeira equipe, que visivelmente era organizada, apenas um assentador e dois serventes que juntos edificaram muitas obras do mesmo padrão em conjuntos habitacionais do Norte do país. Para entendimento sobre os resultados, a equipe que mantém seus índices mais próximos de zero é a equipe que tem maior produtividade, ou seja, o melhor desempenho em função das demais equipes.



Fonte: Autores (2018).

A média da RUP potencial da primeira equipe teve o valor de 0,525 enquanto a segunda equipe esse valor chegou a média de 0,833 conforme o Grafico 12;

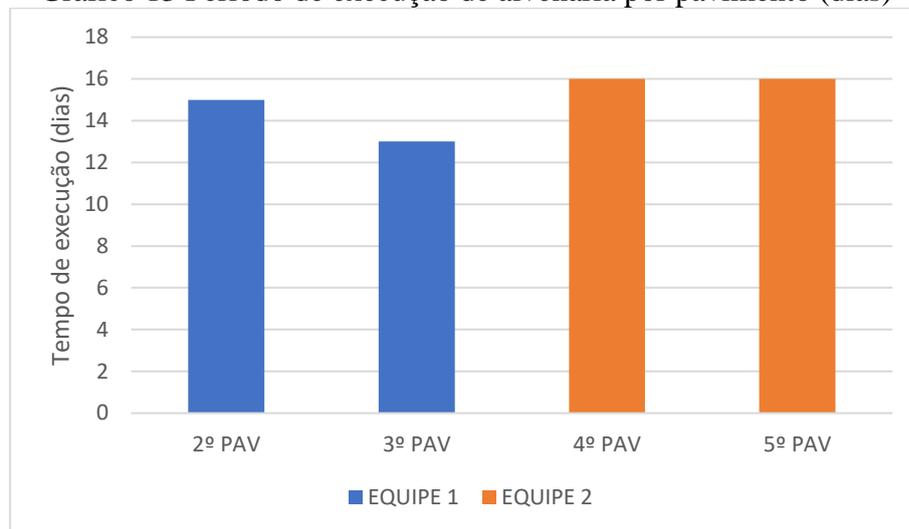


Fonte: Autores (2018).

Apesar da primeira equipe trabalhar apenas com um assentador de blocos e a segunda equipe com dois, o tempo médio de execução para um pavimento ficou em 15 dias, a

primeira equipe levou exatos 15 dias para finalizar o segundo pavimento, já no terceiro pavimento a equipe reduziu para 13 dias, comprovando a evolução ao decorrer da obra. A segunda equipe finalizou o quarto e quinto pavimento com 16 dias conforme descrito no Gráfico 13;

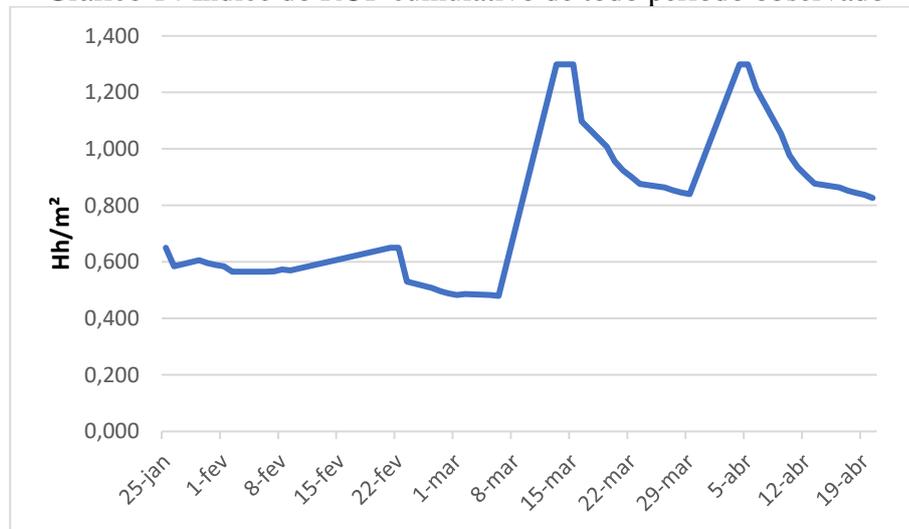
Gráfico 13 Período de execução de alvenaria por pavimento (dias)



Fonte: Autores (2018).

As RUP's cumulativas através da escala de tempo permitem observar a importância desse índice para administração do canteiro de obras. Os índices podem dar aos administradores da obra uma visão mais aprofundada da produtividade geral das equipes, o que faz necessário para preferir previsões de andamento da obra e dessa forma, poder planejar as etapas, repor os insumos e principalmente reduzir os custos finais. No **Erro! Fonte de referência não encontrada.** é possível observar a maior anomalia deste gráfico, o valor do RUP cumulativo passa de 0,480 para 1,299 num período de 7 dias, sendo entre o dia 6 a 13 de março, esse período também coincide com a troca da equipe de execução de alvenaria, e se deu na etapa em que finalizava o terceiro pavimento e iniciava o quarto pavimento.

Gráfico 14 Índice do RUP cumulativo de todo período observado



Fonte: Autores (2018).

A troca de equipe que provocou a grande variação de produtividade e elevou os índices permaneceu até o fim do empreendimento. A segunda equipe até esboçou algumas melhorias ao decorrer dos pavimentos seguintes, porém não conseguiu equivaler a produtividade da primeira equipe.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após meses de estudo, visitas técnicas, levantamento de dados, análise de planilhas e modelos gráficos, chegou-se ao momento em que foi possível fazer considerações acerca dos fatores que influenciam na questão da produtividade na execução de alvenaria estrutural entre as equipes.

Através dos estudos, ficou claro a importância para a construtora conhecer os dados de produtividade de seus funcionários, não só para que se possa realizar um planejamento para o empreendimento, como também para verificar se sua mão de obra está correspondendo ao esperado e previamente estipulado.

Contudo, após a análise de todos os dados fornecidos pela empreiteira e através de uma equação matemática para determinar o índice de produtividade, chegou-se à conclusão de que nem sempre quantidade significa produtividade. Os resultados da análise levaram a consumir o fato de que uma equipe com menos funcionários, porém bem treinada, instruída e especializada pode ser tão ou mais eficiente do que uma equipe com mais integrantes, porém sem especialização.

No empreendimento onde foi realizado o estudo de caso em questão, houveram duas frentes de trabalho diferentes, uma delas composta por um experiente pedreiro/assentador e dois serventes auxiliares, e outra composta por dois pedreiros/assentador com mais dois serventes. Era de se esperar que a equipe com mais integrantes teria um melhor desempenho, visto que em uma análise realizada por leigos, quanto mais mão de obra, mais produtiva será uma obra.

Para Souza (2001, p.9-10) “[...] a definição do tamanho e a composição das equipes tem papel fundamental na produtividade, não existe uma regra que defina a equipe ideal para cada serviço, causando assim uma variabilidade grande quanto a produtividade.”.

Em posse de todas essas informações, entende-se ser de imensa importância um contato maior entre a construtora e a empreiteira, visando não só reduzir despesas desnecessárias, como também diminuir prazos de execução e entrega.

Deste modo, afirma-se que os objetivos específicos bem como o objetivo geral foram atendidos. Uma vez que foi possível coletar as informações e analisar os indicadores que influenciaram a produtividade nos serviços de alvenaria estrutural entre as equipes, o que possibilitou indicar as decisões de gerenciamento que favorece a produtividade como um todo.

Entende-se também que nem sempre é possível a contratação de mão de obra especializada, pois às vezes não há esse tipo de trabalhadores disponíveis no mercado em sua

região. Sendo assim, cabe sugerir às empreiteiras que treinem seus funcionários, invistam em cursos e especializações, pois empregados bem treinados só trazem benefícios para a empresa.

Portanto, estima-se que este simples estudo sirva de modelo e exemplo para que empresas não só do ramo da engenharia civil, como também demais áreas foquem cada vez mais na questão da produtividade da empresa e de seus funcionários, visando assim a melhoria do processo como um todo.

## REFERÊNCIAS

- ABCP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Básico sobre cimento**. 2009. Disponível em: Acesso em: 23 Ago. 2017.
- ARAÚJO, L. O. C.; SOUZA, U. E. L. **Produtividade da mão de obra na execução de alvenaria: detecção e quantificação de fatores influenciadores**. São Paulo: EPUSP, 2001. Boletim Técnico PCC n. 269.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13281**: Argamassa para Assentamento e Revestimento de Paredes e Tetos – Requisitos. Rio de Janeiro 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15720-1**: Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria. Rio de Janeiro 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15720-2**: Componentes cerâmicos - Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural. Rio de Janeiro 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15961-1**: Alvenaria Estrutural, Blocos de Concreto- Parte 1: Projeto. Rio de Janeiro 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15961-2**: Alvenaria Estrutural, Blocos de Concreto - Parte 2: Controle e Execução. Rio de Janeiro 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7171**: Alvenaria Estrutural, Bloco cerâmico para alvenaria. Rio de Janeiro 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8798**: Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto. Rio de Janeiro 1985.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10837**: Cálculo de Alvenaria Estrutural de Blocos Vazados de Concreto. Rio de Janeiro, 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136**: Bloco Vazado de Concreto Simples para Alvenaria Estrutural. Rio de Janeiro, 2007.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **A produtividade da construção civil brasileira**. Editora GD7 Consultoria e Comunicação. [2010?].
- CARRARO, F.; SOUZA, E. L. **Monitoramento da produtividade da mão-de-obra na execução da alvenaria: um caminho para a otimização do uso dos recursos**. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1., 1998, São Paulo: USP, 1998. p. 291-98.
- HABITARE PARTICIPAÇÕES. **Residencial Roma**. Disponível em: <[http://habitareparticipacoes.com.br/site/portfolio\\_page/residencial-roma/](http://habitareparticipacoes.com.br/site/portfolio_page/residencial-roma/)>. Acesso em: 15 maio 2018.
- MANZIONE, L. **Projeto e execução de alvenaria estrutural**. São Paulo: O Nome da Rosa Editora, 2004. 116 p.

MARUOKA, L. M. A.; SOUZA, E. L. **Avaliação da produtividade da mão-de-obra na produção de contrapiso: um estudo de caso.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1999, Recife: EFPe, 1999

MOHAMAD, G. **Construções em alvenaria estrutural: materiais, projeto e desempenho.** São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2015.

OLIVEIRA J. V. **Recomendações para projetos de edifícios de alvenaria estrutural.** 1992.263f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos, 1992.

**PARTENON.** Disponível em:

<<http://www.lmc.ep.usp.br/people/hlinde/estruturas/partenon.htm>>. Acesso em: 26 maio 2018.

PRUDÊNCIO JR., L. R.; OLIVEIRA A. L.; BEDIN, C.A. **Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto.** Florianópolis: Editora Gráfica Pallotti, 2002.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural.** 1ª Edição, São Paulo: Pini, 2003. 174p

RAMOS, A. S. **Influência da dimensão modular da unidade na produtividade em alvenarias estruturais de blocos de concreto.** 2001. 77p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis

RICHTER, C. **Qualidade da alvenaria estrutural em edificações de baixa renda: uma análise de conformidade e da confiabilidade.** 2007. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007a.

ROSSO, T. **Racionalização da construção.** São Paulo: Editora FAU-USP, 1980. 300p

SABBATINI, F. H. **Alvenaria Estrutural – materiais, execução da estrutura e controle tecnológico: requisitos e critérios mínimos a serem atendidos para a solicitação de financiamento de edifícios em alvenaria estrutural junto à Caixa Econômica Federal.** Brasília: Caixa Econômica Federal, Diretoria de Parcerias e Apoio ao Desenvolvimento Urbano, 2003.

SANTOS, A. et al. **Gestão da qualidade na construção civil.** 2ª ed. Porto Alegre: editora Sebrae/RS, 1995. 268.p.

SANTOS, M. D. F., **Técnicas construtivas em alvenaria estrutural: contribuição ao uso.** 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1998

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

SOUZA, U. E. L. **Como medir a produtividade da mão-de-obra na construção civil.** In: **Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído, Salvador, 2000. Anais do ENTAC 2000 – modernidade e sustentabilidade.** S.1.: ANTAC, 2000. v. 1.

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

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

TAUIL, C. A.. Revista Qualidade na Construção. **A arte, a história e a técnica da alvenaria estrutural de blocos de concreto.** Ano II, nº 13, 1998.

TAUIL, C. A.; NESE, F. J. M. **Alvenaria Estrutural.** 1. ed. São Paulo: Editora Pini, 2010.

THOMAS, H.R.; YAKOUMIS, I. Modelo Fator de Produtividade da Construção. **Revista de Engenharia de Construção e Gestão**, v.113, n. 4, p 623-39, 1987.

THOMAZ, E.. **Tecnologia, Gerenciamento e Qualidade na Construção.** São Paulo: Editora Pini, 2001.

VARALLA, R.. **Planejamento e controle de obras.** São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

VIEIRA, H. F.. **Logística aplicada à construção civil: Como melhorar o fluxo de produção nas obras.** São Paulo. Editora Pini. 2007

YIAKOUMIS, I., THOMAS, R.. **Modelo dos fatores de produtividade na construção.** Journal of Construction Engineering and Management, 1987, ASCE, U.S.A. (tradução própria).

## APÊNDICES

