

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**FABRÍCIO NEUFELD HUBERT**

**ESTUDO DE PRODUTIVIDADE EM CANTEIRO DE OBRA EM EDIFICAÇÕES DE  
PAREDE DE CONCRETO**

**Alegrete**

**2017**

**FABRÍCIO NEUFELD HUBERT**

**ESTUDO DE PRODUTIVIDADE EM CANTEIRO DE OBRA EM EDIFICAÇÕES DE  
PAREDE DE CONCRETO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Dr. Fladimir F. dos Santos

Coorientador: Ms. Aldo Leonel Temp

**Alegrete**

**2017**

**FABRÍCIO NEUFELD HUBERT**

**ESTUDO DE PRODUTIVIDADE EM CANTEIRO DE OBRA EM EDIFICAÇÕES DE  
PAREDE DE CONCRETO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Engenharia Civil  
da Universidade Federal do Pampa, como  
requisito parcial para obtenção do Título  
de Bacharel em Engenharia Civil.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 01/12/2017.

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Fladimir Fernandes dos Santos  
Orientador  
(Unipampa)

---

Prof. Me. Aldo Leonel Temp  
Coorientador  
(Unipampa)

---

Prof. Me. Alisson Simonetti Milani  
(Unipampa)

---

Profa. Me. Elvira Luiza Arantes Ribeiro Mancini  
(Unipampa)

“O sábio nunca diz tudo que pensa, mas  
pensa tudo o que diz”.

Aristóteles

## RESUMO

A indústria da construção civil representa uma importante fatia da economia brasileira. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, ela possui uma importante participação na composição do PIB, representando uma média de 6,2% nos últimos anos. Diante da importância que a construção civil apresenta no cenário econômico e social no país, é necessário que ela seja cada vez mais desenvolvida e, para isso, a eficiência nos processos produtivos precisa cada vez de melhores níveis. Neste contexto o presente trabalho trata de como determinar os índices de produtividade e quais os fatores que interferem na produção de paredes de concreto moldadas “*in loco*”. Como metodologias adotadas para a apropriação dos dados foram utilizados os modelos de Entradas e Saídas- Modelos dos Fatores e o cálculo da RUP – Razão Unitária de Produção, onde foi analisada uma edificação de paredes de concreto moldadas “*in loco*” na cidade de Bagé/RS. O Modelo de Fatores busca conhecer os fatores que estão ligados a perda de produtividade enquanto a RUP quantifica a produção através da relação homens-hora e a quantidades de serviço relativo ao dia de trabalho analisado. Após os dados obtidos em canteiro de obras os mesmos foram tratados e analisados, onde se pode observar a influência de fatores, como: características do produto, variação climática, mão de obra, logística do canteiro/equipamentos e a falta de materiais. Pode-se então constatar como é importante o estudo da produtividade que pode ser grande valia na fase de planejamento e gerenciamento de obras.

Palavras chaves: produtividade; fatores; RUP; Modelo de Fatores; paredes de concreto moldadas “*in loco*”; gerenciamento de obras;

## ABSTRACT

The construction industry represents an important part of the Brazilian economy. According to the Brazilian Institute of Geography and Statistics – (IBGE), it is a significant player in the composition of PIB, representing an average of 6.2% in recent years. Given the importance that civil construction presents in the economic and social scenario in the country, development needs to be a priority and, for this, efficiency in the production processes needs to be improved. In this context the present work deals with how to determine productivity indices and what factors interfere in the production of molded concrete walls "in loco". The methodologies adopted for the appropriation of the data for the input and output models - Factor Models and the RUP - Unitary Ratio of Production, analyzed a building of molded concrete walls "in loco" in the city of Bagé/RS. The Factor Model seeks to know the factors that are linked to loss of productivity, while RUP quantifies production through the man-hour proportion and the service quantities related to the work day analyzed. After the data was gathered from the construction site, it was categorized and analyzed, and the influence of factors was observed such as: quality of the materials, climatic variation, workmanship, logistics of the construction site / equipment and lack of materials. Studying this data can provide invaluable information to aid in construction planning and management for the purpose of improving efficiencies in production processes.

Keywords: productivity; factors; RUP; Model of Factors; molded concrete walls "in loco"; construction management;

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Definição de: a) eficiência; b) eficácia .....	20
Figura 2 – Definição de produtividade em um processo .....	21
Figura 3 – Mecanismos de influência da produtividade.....	22
Figura 4 – Processo de produção de obras.....	22
Figura 5 – Níveis que afetam a produtividade da mão de obra .....	24
Figura 6 – Diferentes interpretações de produtividade da mão de obra .....	26
Figura 7 – Modelo dos Fatores para a produtividade na construção.....	29
Figura 8 – Linhas de Balanço.....	30
Figura 9 – Fatores a serem considerados no cálculo da RUP .....	32
Figura 10 – Diferentes tipos de RUP .....	33
Figura 11 – Diferentes abrangências quanto a mão de obra contemplada .....	36
Figura 12 – Planilha para coleta de dados em canteiro .....	37
Figura 13 – Mensurando das quantidades realmente executadas .....	39
Figura 14 – Numeração das paredes da obra em estudo .....	39
Figura 15 – Empreendimento utilizado no estudo .....	40
Figura 16 – Apartamento tipo .....	41
Figura 17 – Marcação e armação das paredes .....	42
Figura 18 – Instalação elétrica .....	43
Figura 19 – Montagem das fôrmas.....	44
Figura 20 – Concretagem.....	45
Figura 21 – Desforma das paredes .....	46
Figura 22 – Leiaute do canteiro.....	47
Figura 23 – Calendário de medições 1.....	48
Figura 24 – Calendário de medições 2.....	49

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Dados de RUP para o serviço de marcação do gabarito .....	50
Gráfico 2 – Dados de RUP para o serviço de armação de paredes.....	51
Gráfico 3 – Dados de RUP para o serviço de instalações elétricas .....	52
Gráfico 4 – Dados de RUP para o serviço de montagem de fôrmas .....	53
Gráfico 5 – Dados de RUP para o serviço de concretagem .....	54
Gráfico 6 – Dados de RUP para os serviços de desforma .....	56



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Causas primárias e por via indireta de anormalidades .....	25
Tabela 2 – Exemplos de obras de construção civil com atividades repetitivas .....	30
Tabela 3 – Mensuração dos serviços de marcação do gabarito .....	64
Tabela 4 – Mensuração dos serviços de armação das paredes .....	64
Tabela 5 – Mensuração dos serviços de instalações elétricas .....	64
Tabela 6 – Mensuração dos serviços de montagem das fôrmas .....	65
Tabela 7 – Mensuração dos serviços de concretagem .....	65
Tabela 8 – Mensuração dos serviços de desforma .....	65

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção

FGV - Fundação Getúlio Vargas

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PIB - Produto Interno Bruto

RUP - Razão Unitária de Produção

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Objetivos .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1.1 Objetivo geral.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2. Justificativa.....</b>	<b>16</b>
<b>2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 Descrição do método construtivo de paredes de concreto .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.1 Fundação .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.2 Fôrmas .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.3 Armação .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.4 Concretagem .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.5 Desforma.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2 Conceituando produtividade.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3 Produtividade na construção civil .....</b>	<b>21</b>
<b>2.4 Mensurando a produtividade na construção civil .....</b>	<b>25</b>
<b>2.5 Caracterização da produtividade na construção civil.....</b>	<b>27</b>
<b>2.5.1 Modelo Teórico .....</b>	<b>27</b>
<b>2.5.2 Modelo Entrada.....</b>	<b>27</b>
<b>2.5.3 Modelo de Entrada e Saída.....</b>	<b>27</b>
<b>2.5.3.1 Modelo de Expectativas.....</b>	<b>27</b>
<b>2.5.3.2 Modelo dos Fatores.....</b>	<b>28</b>
<b>2.5.4 Técnica das Linhas de Balanço .....</b>	<b>29</b>
<b>2.5.5 Indicador de Mensuração da Produtividade .....</b>	<b>31</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>34</b>
<b>3.1 Forma de caracterização da produtividade.....</b>	<b>34</b>
<b>3.2 Instrumentos para a coleta de dados .....</b>	<b>35</b>
<b>3.3 Padronização da medição de entradas .....</b>	<b>35</b>
<b>3.4 Padronização da medição de saídas .....</b>	<b>37</b>
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>40</b>
<b>4.1 Caracterização da obra .....</b>	<b>41</b>
<b>4.1.1 Caracterização dos serviços e equipamentos .....</b>	<b>42</b>
<b>4.1.1.1 Montagem da proteção .....</b>	<b>42</b>

4.1.1.2	Marcação do gabarito .....	42
4.1.1.3	Armação das paredes .....	42
4.1.1.4	Instalações elétricas e hidráulicas.....	43
4.1.1.5	Montagem das fôrmas .....	43
4.1.1.6	Armação da laje .....	44
4.1.1.7	Concretagem.....	45
4.1.1.8	Desforma.....	45
4.1.2	Condições de trabalho.....	46
4.1.3	Leiaute do canteiro.....	47
4.2	Análise dos resultados dos índices de produtividade de cada etapa do processo construtivo .....	47
4.2.1	Marcação do gabarito .....	49
4.2.2	Armação das paredes .....	51
4.2.3	Instalações Elétricas .....	52
4.2.4	Montagem de fôrmas .....	53
4.2.5	Concretagem .....	54
4.2.6	Desforma.....	55
4.3	Fatores influenciadores na variação da produtividade.....	56
4.3.1	Características do produto.....	56
4.3.2	Variação climática .....	56
4.3.3	Mão-de-obra.....	57
4.3.4	Logística do canteiro/equipamentos .....	57
4.3.5	Falta de material .....	57
5	CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	58
5.1	Conclusões .....	58
5.2	Sugestões para trabalhos futuros .....	59
	REFERÊNCIAS.....	61
	APÊNDICE A .....	64
	ANEXOS .....	66

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil representa uma importante fatia da economia brasileira. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, ela possui uma importante participação na composição do PIB, representando uma média de 6,2% nos últimos anos. Com relação aos postos de trabalho, ela representa 41,5% dos postos de trabalho do total da mão-de-obra da indústria em geral. É o maior percentual, quando comparado com setores da indústria de transformação (CBIC, 2017).

Ainda, conforme dados disponibilizados pela CBIC (2017), estima-se um déficit habitacional no país de 6,07 milhões de moradias, que somam um total de 14,3% de domicílios existentes. O problema se concentra basicamente nas regiões urbanas (87,6% do déficit total) e nas famílias com renda de até três salários mínimos (83,9% do déficit urbano total).

Diante da importância que a construção civil apresenta no cenário econômico e social no país, é necessário que ela seja cada vez mais desenvolvida e, para isso, a eficiência nos processos produtivos precisa cada vez de melhores níveis.

A construção civil é um dos ramos que mais sofreu alterações nos últimos anos. Considerando que o mercado está cada vez mais exigente e a disponibilidade de recursos financeiros é cada vez menor, as empresas perceberam que é inevitável investir na gestão de processos, pois essa sistemática gerencial proporciona a elas os principais indicadores: o prazo, o custo, o lucro, o retorno sobre o investimento e o fluxo de caixa (MATTOS, 2010).

De acordo com Souza (2006), há muito tempo a construção civil vem sendo considerada como uma indústria que é caracterizada pela má produtividade no uso da mão de obra utilizada. Se tal afirmação merecia atenção há algumas décadas, isso torna-se cada vez mais preocupante na medida em que se tem um crescente acirramento na competição existente nesse mercado e dentro do contexto de buscar-se a minimização do desperdício empreendido pelo esforço humano.

Nesse sentido, conforme pesquisa realizada pela CBIC e FGV (2012), no período de grande crescimento do setor da construção civil, a produtividade apresentou desempenho negativo. A partir de 2011 houve uma desaceleração expressiva no crescimento setorial e, uma vez que o mercado da construção passou

a crescer de forma mais moderada, a obtenção de produtividade apresentou a tendência ao crescimento e passou a ser, cada vez mais, um meio sustentável de melhor remunerar trabalhadores e empresários.

Diante do cenário apresentado, percebe-se que o momento é de investir em pesquisas referentes a mão de obra empregada na construção civil, de forma a estudar fatores que influenciam na sua produtividade.

A importância de se conhecer a produtividade da mão de obra ocorre devido ao fato de ela ser responsável pelo ritmo da obra. Com informações confiáveis relativas aos índices de produtividade, vários benefícios serão alcançados, entre eles, a previsão do consumo de mão de obra, a previsão de duração do serviço, a avaliação e a comparação dos resultados e o desenvolvimento e o aperfeiçoamento de métodos construtivos (CARRARO, 1998, apud MAGGI; SANTOS; BARBOSA, 2006).

Nas últimas décadas, pesquisas realizadas sobre a produtividade no setor da construção civil tiveram diversos enfoques, tais como a produtividade nos sistemas de vedação vertical (SOUZA, 1998); o monitoramento da produtividade da mão de obra na execução de alvenaria (CARRARO; SOUZA, 1998); os fatores que afetam a produtividade em obras repetitivas (OLIVEIRA et al., 1998); os fatores que influenciam a produtividade na execução de alvenaria (ARAÚJO; SOUZA, 2000); a produtividade da mão de obra na execução de revestimentos de argamassa (ARAÚJO; SOUZA, 2000); a medida da produtividade da mão de obra no serviço de alvenaria com blocos cerâmicos para aplicação e planejamento pelo método das linhas de balanço (SANTOS; BARBOSA; MAGGI, 2006).

Em anos recentes, as pesquisas abordaram a produtividade em alvenaria de vedação (HERCULANO, 2010); produtividade da mão de obra na execução de alvenaria estrutural e alvenaria convencional (TRINDADE, 2013); os métodos e tempos na indústria da construção, quanto a produtividade da mão de obra (DANTAS, 2011); a análise da produtividade da mão de obra na construção civil (SOARES; BAROLLO; FREITAS, 2015); e a produtividade na construção civil brasileira como um todo (CBIC; FGV, 2012).

Apesar de tais estudos, não foram encontradas, na literatura pesquisada, trabalhos que abordassem a produtividade em edificação de paredes de concreto moldadas “*in loco*”. Diante do exposto, apresenta-se as seguintes questões de pesquisa: Como determinar os índices de produtividade em canteiro de edificação de

parede de concreto? Quais os fatores que interferem na produtividade da edificação de parede de concreto?

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

O objetivo principal do trabalho é fazer uma análise da produtividade de uma edificação de paredes de concreto moldadas “*in loco*”.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- apresentar o sistema construtivo de edificação de paredes de concreto moldadas “*in loco*”;
- apresentar as metodologias que podem ser aplicadas na medição de produtividade no setor da construção civil;
- realizar a mensuração da produtividade em edificação de paredes de concreto moldadas “*in loco*” por etapa/tarefa;
- elencar os fatores responsáveis pela variação da produtividade de edificação de paredes de concreto moldadas “*in loco*”.

## 1.2 Justificativa

Para o desenvolvimento da qualidade e produtividade em um setor econômico, torna-se fundamental a existência de indicadores, para uma boa avaliação de seu desempenho, e que eles possam servir como parâmetro para as diversas empresas que atuam no setor. Além disso, a falta de dados em uma empresa não permite que a mesma compare seus indicadores de desempenho com a concorrência e, deste modo, ela não consegue mensurar o seu nível de competitividade (LANTELME, 1994).

Conforme Souza (2006), entender a produtividade significa conhecer sua grandeza e as razões para o seu empreendimento, envolvendo tanto a capacidade de explicação de índices de produtividade em obras já executadas, como de um prognóstico para atividades futuras. Ambos dizem respeito ao planejamento, o que é fundamental para a tomada de decisão.

Face ao apresentado, o presente trabalho aborda a pesquisa sobre a produtividade em canteiros de obra de paredes de concreto, considerando que o estudo de produtividade é uma questão fundamental dentro do processo de gestão dentro da obra, pois influencia diretamente no cronograma de execução das atividades. A análise desses dados pode ajudar na tomada de decisões referentes a etapas futuras e, por consequência, em questões orçamentarias do empreendimento.



## **2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Descrição do método construtivo de paredes de concreto**

O sistema construtivo de paredes de concreto é um método de construção racionalizado que oferece produtividade, qualidade e economia de escala, quando o desafio é a redução do déficit habitacional (MISSURELI; MASSUDA, 2009).

Diferente das construções tradicionais, o sistema construtivo conta com o uso de fôrmas metálicas e não de madeira. Os insumos são industrializados, e também são submetidos ao controle ambiental em sua produção (GÓES, 2013). Sistemas mais modernos já substituem estas fôrmas metálicas por fôrmas de material polimérico, as quais possuem uma estrutura externa de perfis metálicos.

Nesse sistema, o conjunto de paredes e lajes é concretado em uma única etapa, garantindo, assim, o comportamento monolítico da estrutura, sendo que as instalações elétricas são embutidas na parede. As instalações hidráulicas, hidrossanitárias são dispostas em shaft's e são instaladas posteriormente assim como as esquadrias.

A seguir, estão descritas as etapas do sistema construtivo, salientando-se que todas as informações são baseadas em Missureli e Massuda (2009).

#### **2.1.1 Fundação**

O tipo de fundação depende do local do empreendimento, de acordo com o clima, solos e geografia, porém, ela deve garantir a segurança, a estabilidade e a durabilidade. Para esse sistema a obra deve ser executada com alinhamento e nivelamento rigoroso, para que não haja interferência nas outras etapas.

#### **2.1.2 Fôrmas**

Com o objetivo de moldar o concreto fresco, as fôrmas devem resistir às pressões do lançamento do concreto até o seu endurecimento. Elas devem ser estanques e favorecer as peças que estão sendo moldadas. Salienta-se que existe uma sequência padrão para a montagem do sistema de fôrmas, na qual abrange:

- nivelamento da laje de piso (Anexo A);

- marcação de linhas de paredes no piso de apoio;
- montagem das armaduras (Anexo B);
- montagem das redes hidráulica e elétrica;
- posicionamento dos painéis de fôrma;
- montagem dos painéis: painéis internos primeiro (Anexo C); e, painéis externos em seguida (Anexo D); opção de montagem pareada (Anexo E);
- colocação de caixilhos (portas e janelas);
- colocação de grampos de fixação entre painéis (Anexo F);
- posicionamento das escoras de prumo (Anexo G);
- colocação de ancoragens: fechamento das fôrmas de paredes (Anexo H).

### **2.1.3 Armação**

As armaduras precisam atender aos esforços de flexotorção nas paredes, controlar a retração do concreto e estruturar e fixar as tubulações elétrica, hidráulica e gás. As armaduras são de telas soldadas posicionadas no eixo central da parede, ou para casos especiais de projeto, em ambos os lados. Nas vergas, contravergas, cinta de amarração e em pontos específicos a armadura é reforçada de acordo com o projeto. O primeiro passo é a montagem da armadura principal da tela soldada e, posteriormente, são feitos os reforços necessários. Os caixilhos e as tubulações devem ser executados conforme indicações do responsável técnico do projeto. O último passo é a colocação dos espaçadores plásticos, para garantir o posicionamento da malha e a geometria dos painéis (Anexo I).

### **2.1.4 Concretagem**

Os concretos dosados em central apresentam produções mais eficientes e são fornecidos ao canteiro em caminhão-betoneira, o que resulta em maior controle da qualidade de agregados, medidas em peso, precisão de volumes, garantia da concreteira quanto ao desempenho do concreto recebido, etc. O tipo de concreto

utilizado, o seu abatimento (slump) ou o espalhamento (flow) devem ser especificados em projeto.

A aplicação deve considerar as características do concreto que será utilizado, a geometria das fôrmas, o layout do canteiro e as características do empreendimento (Anexo J).

O procedimento deve iniciar pelos cantos da construção até as paredes centrais e, posteriormente, são construídas as lajes. No caso de interrupção da concretagem, esta não pode ser maior do que 30 minutos. A massa deve preencher homogeneamente as fôrmas, sem que haja nichos de concretagem.

O adensamento deve ser feito durante e imediatamente após o lançamento, de maneira a garantir o enchimento da fôrma, para que não haja falhas por ar aprisionado.

### **2.1.5 Desforma**

A retirada das fôrmas deve ser feita após o concreto atingir a resistência prevista em projeto, sem impacto para evitar o aparecimento de fissuras.

## **2.2 Conceituando produtividade**

O termo produtividade foi utilizado pela primeira vez pelo economista francês Quesnay, em 1766. Um século depois, Littré, outro economista francês, usou o termo com sentido de “capacidade para produzir”. Somente no começo do século XX, o termo produtividade assumiu o significado da relação entre o produzido (*output*) e os recursos empregados para produzi-lo (*input*) (LAUGENI; MARTINS, 2005).

Laugeni e Martins (2005) apontam que a definição de produtividade varia quando perguntado a profissionais de diferentes áreas. Do mesmo modo, Costa (1983) apud Souza (2006) também indica que a definição de produtividade varia conforme a pessoa consultada. Nesse sentido, tem-se como exemplos:

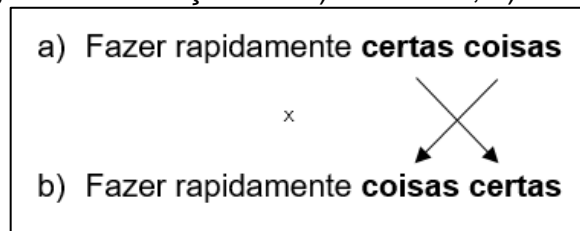
- Um engenheiro de produção diria ser a quantidade produzida por unidade de tempo.
- Um administrador falaria na relação entre lucro e investimento.

- Um ecologista destacaria que o controle da poluição é produtivo, enquanto a fabricação de armas é improdutivo (algo com o que o fabricante de armas não concordaria).

Do ponto de vista de Souza (2006), produtividade se refere a comparação do resultado obtido com o esforço demandado. Pode-se então dizer que a produtividade não está relacionada apenas com o resultado obtido, mas também com o processo. Quando um grande esforço é imposto, sem que gere um bom resultado, do ponto de vista da produtividade não é um bom resultado. Por outro lado, um sistema produtivo é aquele que apresenta um resultado significativo com a imposição de um pequeno esforço (SOUZA, 2006).

Essa diferença pode ser também caracterizada pelas palavras “eficiência” e “eficácia”. Souza (2006) diz que a diferença entre eficiência e eficácia pode ser explicada pelo trocadilho mostrado na Figura 1. Por exemplo, um pedreiro pode executar uma quantidade bastante grande de alvenaria ao longo do dia, mas que não necessariamente a esteja executando no local adequado do pavimento, comprometendo o rendimento de outras equipes; nesse caso ele teria sido eficiente, mas não eficaz.

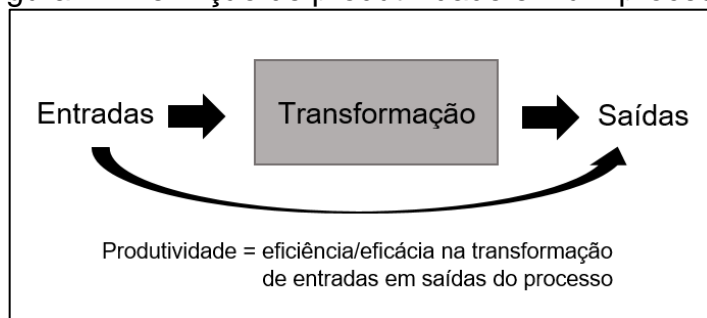
Figura 1 - Definição de: a) eficiência; b) eficácia.



Fonte: Souza (2006, p. 23)

Portanto, Souza (2006) considera que a produtividade é o processo de transformação de entrada em saídas, produtividade seria a eficiência (e, na medida do possível, eficácia) dessa transformação cumprindo com os objetivos previstos para tal processo (Figura 2).

Figura 2 - Definição de produtividade em um processo



Fonte: Souza (2006, p. 24)

Para que se possa balizar um processo de produção de obras é importante determinar a eficiência na transformação dos recursos físicos na obra, assim como a quantificar os fatores externos que possam interferir nessa eficiência (SOUZA, 2001).

### 2.3 Produtividade na construção civil

A produtividade na construção civil é destacada por Araújo e Souza (1999) como sendo primordial para o sucesso das empresas deste setor, na qual representa ser um item importantíssimo na composição dos custos nas obras. O conhecimento da produtividade da mão de obra e o entendimento das razões que a fazem melhor, ou pior, torna-se uma ferramenta indispensável para apoiar na tomada de decisão dos gestores.

De acordo com Moreira (2009), o aumento da produtividade acarreta numa diminuição dos custos de produção. Isto acontece porque com uma maior produção, cada unidade de produto, ou serviço executado, terá um consumo bem menor na quantidade de insumos, o que afeta diretamente nos custos, o que possibilita a empresa a investir mais no crescimento e aumentar a sua competitividade. A Figura 3 ilustra esquematicamente a assertiva anterior.

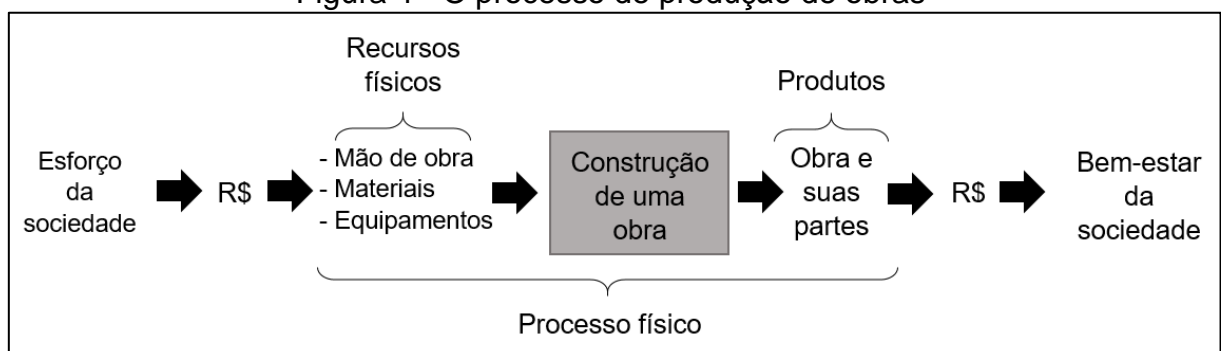
Figura 3 - Mecanismos de influência da produtividade



Fonte: Adaptado de Moreira (2009, p. 606)

Na Figura 4 está ilustrado o processo de produção de obras, no caso um edifício, onde, tanto no lado de entradas, como no de saídas, pode-se distinguir subgrupos de natureza física, financeira e social. Para a produção do edifício (produto físico) há a necessidade de materiais, mão-de-obra e equipamentos (recursos físicos); para a aquisição de recursos físicos, por sua vez, demanda recursos financeiros, os quais podem ser obtidos com a venda do edifício.

Figura 4 - O processo de produção de obras



Fonte: Souza (2006, p. 24)

Observa-se que no lado esquerdo da Figura 4 tem-se como entradas os esforços da sociedade, que de inúmeras formas, gerou recursos financeiros para que o projeto pudesse ser realizado, assim como, no lado direito, das saídas, aparece o bem-estar da sociedade, como uma forma de benefício à sociedade. Cita-se, por exemplo, na forma de disponibilização de habitações, ou hospitais, ou estradas, ou pontes. (SOUZA, 2006).

Portanto, Souza (2006) adverte que o estudo de produção de obras pode ser feito em função do tipo de entrada, ou seja, envolvendo os recursos a serem transformados, tais como:

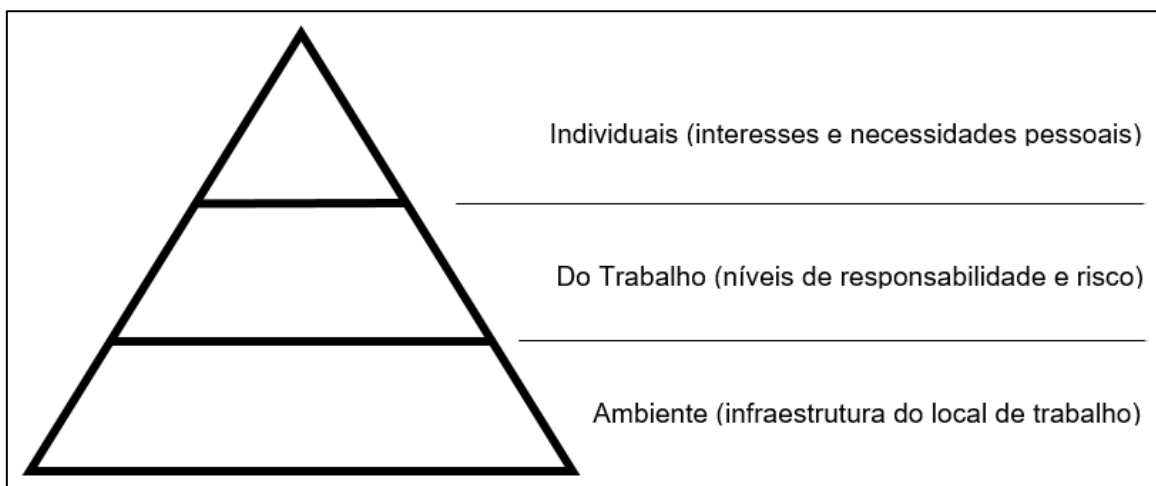
- **Físico** – produtividade no uso dos materiais, equipamentos e mão-de-obra;
- **Financeiro** – quantidade de dinheiro demandada;
- **Social** – esforço da sociedade como recurso.

Face ao exposto, percebe-se que a produtividade pode ser medida de diversas formas, quanto a diferentes tipos de entradas e saídas. No presente trabalho a abordagem adotada enfoca os recursos físicos, especificamente um dos recursos utilizados no processo produtivo, que é a mão de obra empregada na edificação de paredes de concreto moldadas *“in loco”*.

A produtividade desses recursos físicos pode ser influenciada por diversos fatores, como as formas de gestão adotadas pelas empresas, o processo de produção utilizado, as formas de aquisição de recursos adotados, os níveis assumidos de detalhamento de projetos, a profundidade dada ao planejamento entre outros fatores (OLIVEIRA; SOUZA; SABBATINI, 2002).

Cabe também dizer, baseado em Laufer e Jenkins (1982 apud OLIVEIRA; SOUZA; SABBATINI, 2002), que o estudo da produtividade da mão de obra também precisa levar em conta, alguns fatores que afetam diretamente, ou indiretamente, a motivação do trabalhador, como mostra a Figura 5.

Figura 5 - Níveis que afetam a produtividade da mão de obra



Fonte: Oliveira, Souza e Sabbatini (2002, p. 05)

Convém verificar, pela Figura 5, que existem três níveis que afetam a produtividade da mão de obra, sendo eles: no nível individual, no qual se tem como fatores a serem evidenciados os interesses e as necessidades pessoais; no nível do trabalho, onde estão os riscos e as responsabilidades; e no nível do ambiente organizacional, onde se destaca a infraestrutura do local de trabalho.

Diante o exposto, na sequência estão apresentados alguns fatores que influenciam a produtividade na construção civil, como a geometria das alvenarias, os materiais e componentes utilizados, a organização da produção do canteiro, assim como eventos atmosféricos.

Para o presente trabalho será levada em consideração a questão do ambiente de trabalho, ou seja, serão avaliados os equipamentos utilizados nos processos, a infraestrutura do canteiro de obras e as condições meteorológicas às quais as equipes estão expostas.

Além disso, Souza (2006) salienta que existem ocorrências que deterioram diretamente a produtividade (causadores primários) e há outras que são causadoras por via indireta. As mesmas estão dispostas na Tabela 1.



Tabela 1 - Causas primárias e por via indireta de anormalidades

Ação danosa na produtividade	Causa
Primária	variação de temperatura e/ou unidade
	eventos atmosféricos (chuvas, ventos fortes, etc.)
	trabalho fora da sequência programada
	interrupções e atrasos
	congestionamento de local de trabalho ou acesso restrito
	necessidade de retrabalho
	supervisão inadequada
	falhas de alocação do número adequado de operários
	deficiências no gerenciamento de materiais (inadequabilidade do insumo, quantidade insuficiente de materia, local de estoque impróprio, má organização do estoque)
	tamanho elevado da equipe
	deficiências no gerenciamento de ferramentas e equipamentos (inadequabilidade, quantidade insuficiente, má localização)
	restrições fictícias
via Indireta	política de pagamentos inadequada ou não bem aceita
	aceleração da obra
	excesso de horas extras
	mais de um turno de trabalho
	jornada semanal elevada
	absenteísmo
	rotatividade
	alterações de projeto
alterações de programação	

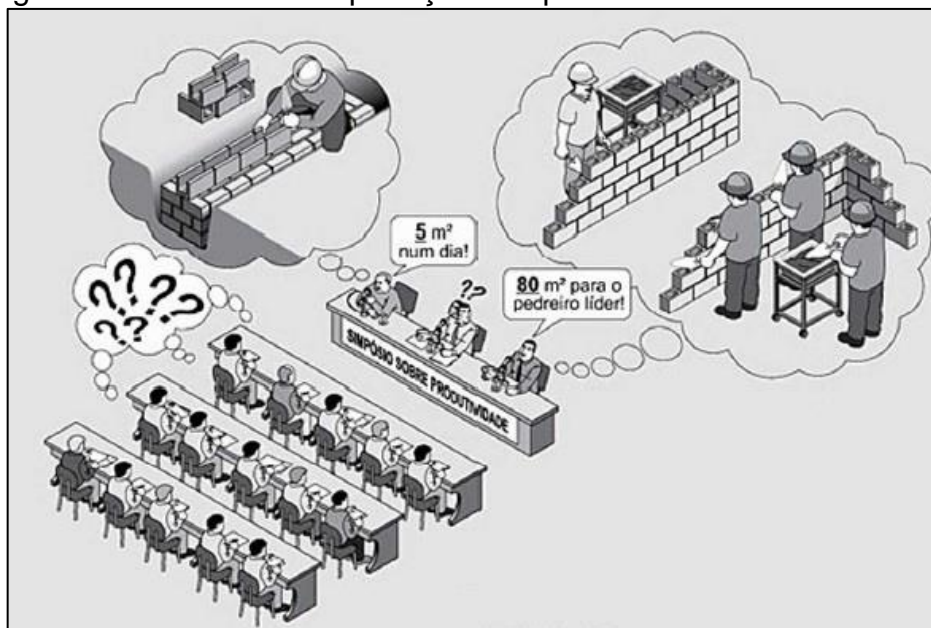
Fonte: Souza (2006, p. 50-51)

Souza (2006) conclui lembrando que a produtividade da mão de obra varia segundo faixas bastante largas, portanto dominar os fatores que induzem tal variação pode ser um instrumento extremamente interessante para subsidiar a gestão.

## 2.4 Mensurando a produtividade na construção civil

Segundo Souza (2006), uma das grandes dificuldades no que se refere a mensurar produtividade diz respeito à não existência de uma padronização para tal procedimento. Por exemplo, a dificuldade quanto a nomenclatura pode ser visualizada na Figura 6.

Figura 6 - Diferentes interpretações de produtividade da mão de obra



Fonte: Souza (2006, p. 31)

Como pode ser visto na Figura 6, existe uma situação onde dois especialistas em produtividade falam coisas que parecem inconsistentes: enquanto um diz que um pedreiro produz  $5\text{m}^2/\text{dia}$  de alvenaria em um dia de trabalho, o outro cita que é algo próximo de  $80\text{m}^2/\text{dia}$ , durante o mesmo tempo. Quando questionados sobre o cenário de cada caso, vários fatos foram esclarecidos: em primeiro lugar o tipo de alvenaria executada, não era o mesmo, além disso, no segundo caso estava sendo pesquisado um método de trabalho onde havia um pedreiro líder e um conjunto de aprendizes que não eram contemplados na contagem, mas que também assentavam alvenaria.

Diante o exposto, com base em Souza (1996), Araújo (2000), Souza (2000), Araújo e Souza (2001), Araújo e Souza (2001), Souza (2006), Santos, Babosa e Maggi (2006), Dantas (2011), Trindade (2013), Araújo (2013), são apresentadas, na sequência, as diferentes formas de medir a produtividade, encontradas na literatura pesquisada, nas quais são as seguintes: Modelos Teóricos; Modelos de Entrada; e Modelos de Entrada-Saída e a técnica de Linhas de Balanço.

Ademais, também é apresentada uma forma de mensurar a produtividade na construção civil, por meio de um indicador, no caso a Razão Unitária de Produção (RUP).

## **2.5 Caracterização da produtividade na construção civil**

Para a caracterização da produtividade existem diferentes modelos e técnicas. Cada um deles avalia de forma diferente a produtividade, alguns consideram fatores externos e internos ao processo, outros levam em conta entradas e saídas, além do comportamento dos operários. Os mesmos serão apresentados a seguir:

### **2.5.1 Modelo Teórico**

Este modelo considera que todos os fatores externos ao processo são constantes. Este modelo não agrega subsídio na aplicação prática, pois é considerado apenas uma representação teórica mais simplificada da realidade (SOUZA, 1996 apud TRINDADE, 2013).

### **2.5.2 Modelo de Entrada**

Tem por objetivo distinguir fatos considerados mais ou menos eficientes. O modelo surgiu na Indústria Seriada cujas características não se aplicam aos processos da construção civil, pois, ao contrário da Indústria Seriada, a construção civil não tem possibilidade de prever e controlar os intervenientes externos (ARAÚJO, 2000 apud TRINDADE, 2013).

### **2.5.3 Modelo de Entrada e Saída**

Busca quantificar a produtividade a partir de dados de entradas e saídas do processo produtivo (ARAÚJO, 2000 apud TRINDADE, 2013). A seguir estão dispostos os dois métodos desse tipo de modelagem:

#### **2.5.3.1 Modelo de expectativas**

A teoria baseia-se no simples propósito de que os indivíduos optam por aqueles comportamentos que lhes são atrativos (reconhecimento do chefe, pagamento, entre outros). Tal teoria indica como analisar e prever os cursos de ação que os indivíduos irão tomar diante de alternativas de escolhas sobre os seus comportamentos.

### 2.5.3.2 Modelo dos Fatores

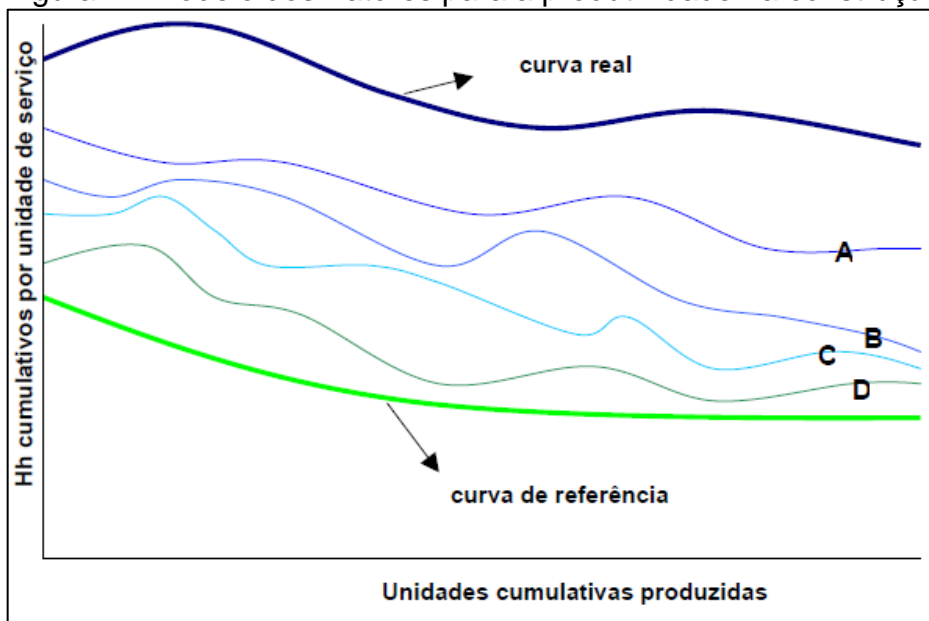
O modelo de fatores foi desenvolvido por Thomas e Yiakoumis e foi criado exclusivamente para a indústria da construção civil. O modelo fundamenta a teoria de que o desempenho de uma equipe é afetado por certa quantidade de fatores, o acúmulo desses fatores pode gerar distúrbios na real produtividade (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987, apud ARAÚJO, 2000).

Conforme Araújo (2000), o método se diferencia dos demais em vários aspectos, dentre os quais é citado o foco na produtividade no nível da equipe de trabalhadores. Para os autores supracitados, esse modelo possui as seguintes características:

- **Simples:** requer poucos dados, que são facilmente obtidos em campo;
- **Barato:** o sistema é de fácil implementação e apresenta baixos custos de implantação;
- **Rápido:** a obtenção de resultados é rápida, de forma que as ações corretivas podem ser tomadas mesmo durante atividades de curta duração;
- **Comparativo:** informações e dados, coletados, analisados e estudados, possibilitam a comparação entre diferentes empreendimentos;
- **Apurado:** os resultados refletem o que está ocorrendo.

Ainda, conforme Thomas e Yiakoumis (1987) apud Araújo (2001), o acúmulo dos fatores que influenciam na produtividade da equipe resulta em uma curva de real produtividade muito irregular e de difícil interpretação. Extraíndo matematicamente os efeitos destes fatores da curva real, obter-se-á a curva de referência que representará o desempenho básico do serviço (Figura 7).

Figura 7 - Modelo dos Fatores para a produtividade na construção



Fonte: Araújo e Souza (2001, p.5)

Interpretando a Figura 7 tem-se a ideia contida no Modelo dos Fatores, onde:

- **a curva real:** traz a representação de um resultado hipotético de uma medição que foi efetuada em campo;
- **Curva A:** mostra a produtividade real debitada dos efeitos das anormalidades eventualmente presentes;
- **Curvas B, C e D:** são obtidas a partir da curva "A" à medida em que se subtraem matematicamente os efeitos dos fatores normais influenciadores, levantados durante a coleta de dados;
- **Curva de referência:** mostra a produtividade obtível caso não houvesse influência de fatores que diferem da condição de referência.

#### 2.5.4 Técnica das Linhas de Balanço

Esta técnica, também conhecida por tempo-caminho, é indicada para situações nas quais ocorre repetição de processos (MENDES JÚNIOR, 1999 apud SANTOS; BARBOSA; MAGGI, 2006).

Conforme Santos, Barboza e Maggi (2006), a unidade de construção é a parte da obra, que ao longo do projeto se repete várias vezes. Na Tabela 2 tem-se alguns exemplos.

Tabela 2 - Exemplos de obras de construção civil com atividades repetitivas

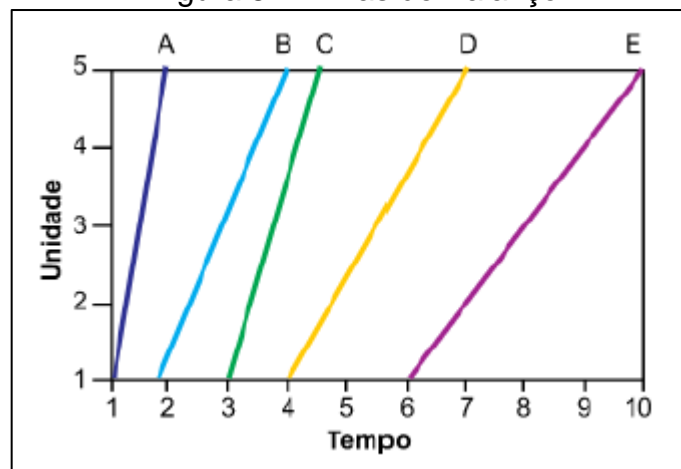
Tipo de obra	Unidade de construção
Edifícios de múltiplos pavimentos	Pavimentos
Conjunto residencial popular	Casas
Túneis	Anéis
Estradas	Seções ou quilômetros
Redes de saneamento	Juntas ou metros

Fonte: Santos, Barbosa e Maggi (2006, p. 123)

Nesse modelo de análise cada unidade é composta de processos e atividades. Considerando o exemplo de um edifício, os pavimentos são as unidades e os processos são armaduras, fôrmas, concretagem, alvenaria, revestimento e pintura (SANTOS; BARBOSA; MAGGI, 2006).

Na Figura 8 está ilustrado um exemplo gráfico de linhas de balanço, onde as letras A, B, C, D e E representam as atividades.

Figura 8 - Linhas de Balanço



Fonte: Santos, Barbosa e Maggi (2006, p. 124)

A Figura 8 exibe o diagrama quantidade-tempo. E, conforme Santos, Barbosa e Maggi (2006), a programação utiliza conceitos de curvas de produção ou linhas de fluxo.

O ritmo de produção do processo é obtido pelo coeficiente angular de sua linha de fluxo de acordo com a Equação 1:

$$r = \frac{n-1}{t_n - t_1} \quad \dots(1)$$

Sendo:

- N: número de unidades;
- $t_n$ : tempo de término do processo na última unidade;
- $t_1$ : tempo de término do processo da primeira unidade.

### 2.5.5 Indicador de mensuração da produtividade

Conforme Souza (2000) apud Trindade (2013), o modo mais adequado de se mensurar a produtividade envolve a quantificação da mão de obra demandada no processo de uma unidade de saída em estudo. E o indicador, para tal, denomina-se Razão Unitária de Produção (RUP), e é representado pela seguinte expressão (SOUZA, 2000):

$$RUP = \frac{\text{Entradas}}{\text{Saídas}}$$

A RUP é a razão entre as entradas pelas saídas dos serviços estudados, na qual Souza (1996) afirma que as entradas se referem ao cálculo do número de homens-hora demandados, que é, genericamente, fruto da multiplicação do número de homens envolvidos pelo período de tempo de dedicação ao serviço. Ademais, conforme o supracitado autor, as saídas podem ser consideradas de maneira bruta ou líquidas. Cabe salientar que para o presente trabalho a produtividade medida vai ser calculada por meio deste índice, que está ilustrado na Equação 2 (DANTAS, 2011).

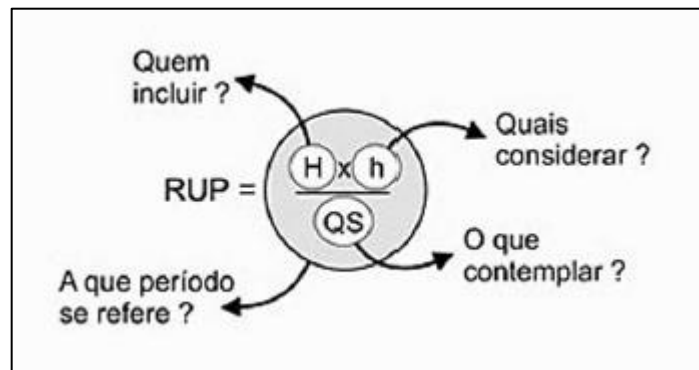
$$RUP = \frac{Hh}{\text{Quantidade de serviço}} \quad \dots(2)$$

De acordo com Souza (2006), para padronizar a avaliação da RUP é necessário considerar quatro fatores (Figura 9), que são:

- a definição de quais homens estão inseridos na avaliação;
- a quantificação das horas de trabalho a considerar;

- a quantificação do serviço;
- a definição do período de tempo ao qual as mensurações de entradas e saídas se referem.

Figura 9 - Fatores a serem considerados no cálculo da RUP



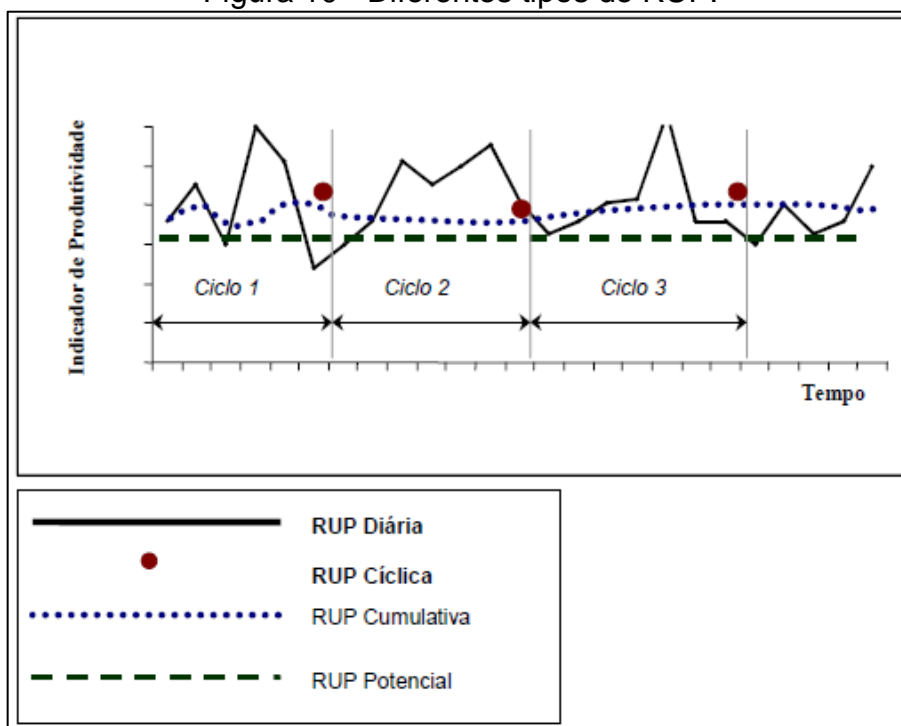
Fonte: Souza (2006, p. 32)

No que se refere a este indicador de mensuração da produtividade (RUP), quanto menor for o índice, melhor o rendimento da equipe. Por outro lado, a produtividade será pior à medida que o valor da RUP aumentar.

É importante dizer, conforme Souza (2000), que para se obter uma uniformização no cálculo da RUP, há a necessidade de se definir as regras para a sua mensuração, tanto no que se reporta as entradas, quanto no que se refere as saídas. Também é preciso definir o período de tempo a que se refere o levantamento feito. Ademais, Souza (2000) apud Trindade (2013) salienta que há diferentes tipos de RUP, como mostra a Figura 10.



Figura 10 - Diferentes tipos de RUP.



Fonte: Araújo e Souza (2001, p. 7).

Quanto aos tipos de RUP apresentados na Figura 10, Araújo (2001), as descreve da seguinte forma:

- **RUP diária:** envolve a relação homens-hora e a quantidades de serviço relativo ao dia de trabalho analisado;
- **RUP cumulativa:** trata da relação homens-hora e de quantidades relativas ao período entre o primeiro e o último dia em estudo;
- **RUP potencial:** é a mediana das RUPs diárias com valores abaixo da RUP cumulativa ao final do período em estudo, ou seja, é a produtividade representativa de um desempenho possível de ser repetido várias vezes.
- **RUP cíclica:** é a análise de todo o ciclo de execução do serviço.

Diante o exposto, pode-se dizer que a RUP diária identifica os efeitos sobre a produtividade dos fatores condicionantes presentes no dia de trabalho, a RUP cumulativa capta tendências de produtividade em longo prazo, sendo útil para se fazer previsões quanto ao consumo de mão de obra e a duração dos serviços, entre outros aspectos (ARAÚJO, 2000).

### 3 METODOLOGIA

Diante da importância de mensurar a produtividade, o presente trabalho acompanhou a evolução de um canteiro de obras com paredes de concreto moldadas “*in loco*”, e determinou a produtividade do mesmo. O trabalho iniciou com a definição do tema, partiu-se então para uma breve contextualização do problema e dos objetivos, geral e específicos. Ademais, foi realizada a revisão bibliográfica para definir o método construtivo em si, a definição de produtividade e explanação dos métodos utilizados para a obtenção dos índices de produtividade.

Partiu-se então para as etapas de levantamento de dados, tais como:

- os dados em campo, esses dados se resumem a quantidade de homens utilizados em cada tarefa e o tempo que eles dedicam para a execução da mesma;
- a quantidade de serviço executado a cada dia;
- os fatores que poderiam interferir na produtividade da equipe, tais como, variações climáticas, ausência de materiais, falta de funcionários, entre os vários fatores que poderiam afetar o processo de produção.

Para o tratamento dos dados obtidos em campo foi utilizada a ferramenta Microsoft Excel, para posteriormente ser feita a análise dos resultados e descrita a conclusão.

#### 3.1 Forma de caracterização da produtividade

No presente trabalho a produtividade foi medida por um índice parcial denominado Razão Unitária de Produção (RUP), em que a razão entre entradas e saídas é expressa em homens-hora despendidos por quantidade de serviço realizada.

Como a RUP pode variar, dependendo das condições as quais o canteiro e operários estão expostos, no presente trabalho foi utilizado também o Modelo de Entradas e Saídas, mais especificamente, o Modelos de Fatores. Isto, visando um melhor entendimento de qual a influência dos fatores externos e internos no índice de produtividade.

### 3.2 Instrumentos para coleta de dados

Os dados foram coletados por meio de visitas periódicas junto ao canteiro. Para a captação dos dados foram utilizados os seguintes instrumentos:

- **Planilha:** para a anotação dos volumes produzidos, homens utilizados em cada uma das tarefas, bem como os períodos trabalhados. Nessa mesma planilha foram anotados os fatores que podem influenciar o rendimento dos operários, como clima, temperatura, falta de insumos e eventuais anormalidades que possam ter ocorrido no canteiro.
- **Trena:** para fazer a medição dos volumes produzidos.
- **Câmera fotográfica:** para registrar as diversas atividades realizadas pelos operários, que auxiliaram na análise de resultados.

### 3.3 Padronização da medição de entradas

Conforme as recomendações de um manual elaborado na Pennsylvania State University (THOMAS, 1991 apud SOUZA; AGOPYAN, 1996), no qual está destacado as principais regras para que se obtenha uma uniformização quanto a apropriação do consumo da mão de obra, quais sejam: deve-se calcular as horas de trabalho dispendidas por uma equipe, que consiste em um encarregado e seus membros de equipe; as abstenções não são consideradas; o pessoal de apoio só é contabilizado quando a seu trabalho é devotado exclusivamente à equipe em estudo; as horas apropriadas são as horas pagas (excluindo-se horas-prêmio).

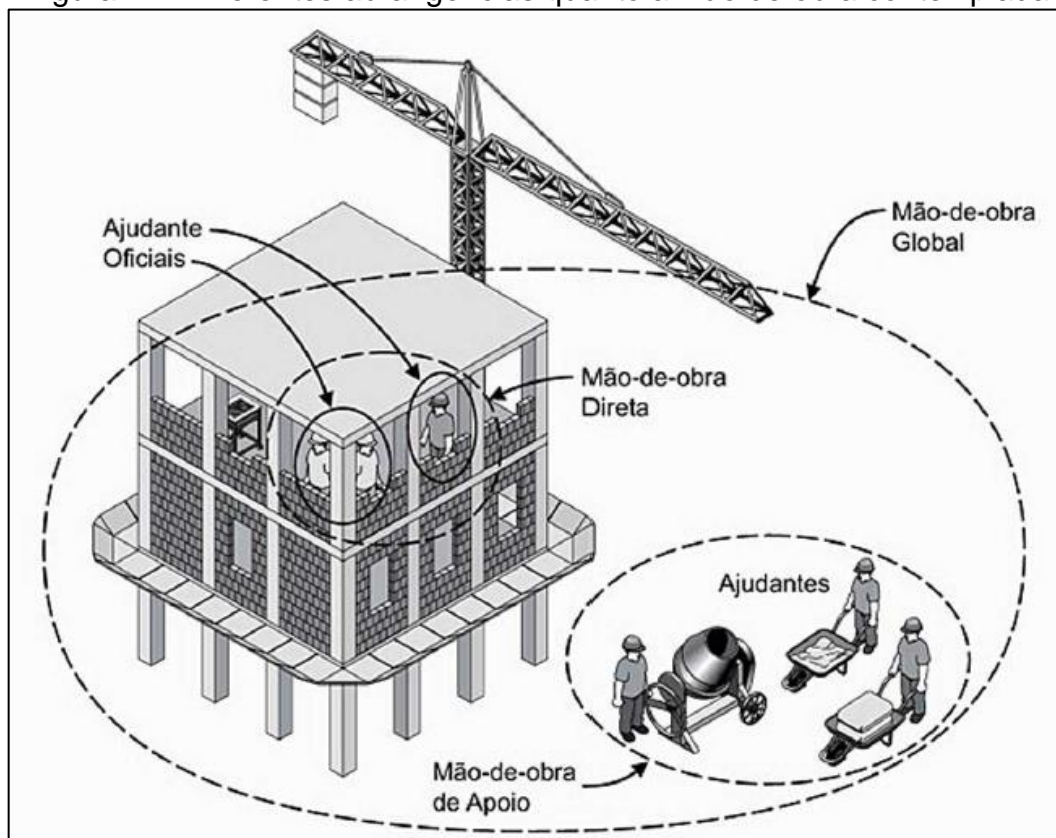
Souza (2001) indica que a coleta dos valores de homens-hora empregados pode ser feita de diversas formas: a partir do cartão de ponto, por meio de observações contínuas "*in loco*", ou por meio de informações conseguidas com o encarregado da obra.

Com relação a análise em equipes, Souza (2006) sugere três possibilidades para a definição da mão de obra contemplada:

- a) **Oficiais:** consideram-se apenas os oficiais diretamente envolvidos;
- b) **Mão de obra direta:** quando se acrescentam os ajudantes diretos ao grupo de oficiais;
- c) **Mão de obra global:** quando o esforço de apoio é acrescido ao da mão de obra direta.

A Figura 11 ilustra as diferentes possibilidades quanto a caracterização da mão de obra envolvida.

Figura 11 - Diferentes abrangências quanto a mão de obra contemplada



Fonte: Souza (2006, p. 34)

No que diz respeito ao tempo de dedicação dos operários, Souza (2006) orienta que sejam consideradas as horas disponíveis para o trabalho, apropriando-se o tempo total que o operário está presente no canteiro e pronto para trabalhar. Não são, portanto, descontadas as horas de paralisação por culpa da gestão (por exemplo, por falta de material, de instrução, etc.) não se adota a postura de computar apenas os tempos produtivos (o operário está disponível para o serviço, não importando o quanto engajado ele esteja).

Para fins desta pesquisa a coleta foi feita por meio de observações periódicas no canteiro e, eventualmente, com o auxílio de informações obtidas pelo encarregado da obra. A medição da produtividade para as diversas composições das equipes (oficiais, mão de obra direta e mão de obra global) não puderam ser avaliadas, pois a logística da construtora não conta com mão de obra auxiliar, tanto no pavimento, como

de forma global. As abstenções foram consideradas apenas em caso de falta de algum funcionário, estando ele no canteiro, pronto para trabalhar, foi contabilizado.

Como já citado, para o levantamento dos dados de produção foi criada uma planilha, a qual está exposta na Figura 12.

Figura 12 - Planilha para coleta de dados em canteiro

Atividade	Apartamento	Hora Início	Hora Fim	Homens	Dia	Paredes realizadas no dia	Observação

Fonte: Elaboração própria

### 3.4 Padronização da medição de saídas

Pensando em uma padronização e precisão da RUP, Araújo e Souza (2001) enumeram duas informações que devem ser obtidas na medição das quantidades produzidas:

- quantidade executada de serviço: distinguem-se partes completas de um mesmo serviço passíveis de esforços distintos para serem executados.
- característica do serviço: as informações que caracterizam os serviços darão origem a um banco de dados que subsidiará a eleição de fatores potenciais influenciadores da produtividade.

Com base em Souza e Agopyan (1996) e Souza (2006), para uma padronização na medição dos serviços é necessário reconhecer as subtarefas que constituem cada tarefa e apropriar as quantidades para cada uma delas em separado.

Considerando que o sistema construtivo de paredes de concreto moldadas “*in loco*” é um processo bastante industrializado e que as etapas são bem definidas, foi

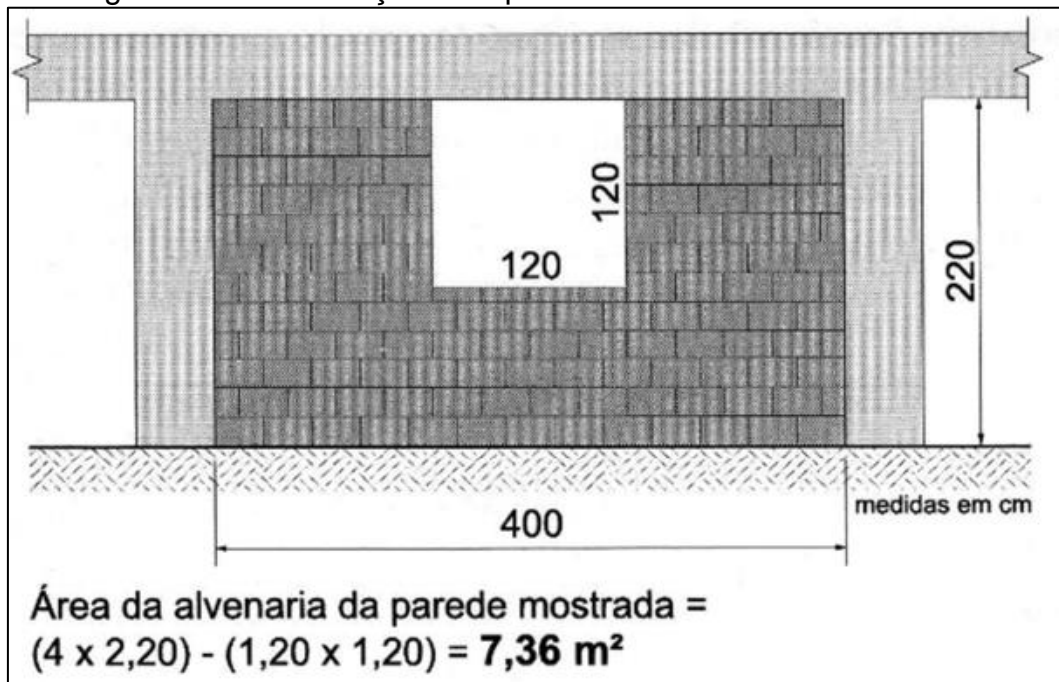
divido em apenas tarefas, e não tarefas e subtarefas, como sugerido por Souza e Agyopan (1996) e Araújo e Souza (2001). O processo construtivo foi dividido nas seguintes etapas:

- montagem da proteção;
- marcação do gabarito;
- armação das paredes;
- instalações elétricas e hidráulicas;
- montagem das formas;
- armação da laje;
- concretagem;
- desforma.

Para cada uma das etapas foi utilizado um determinado modo de medição, os quais serão descritos a seguir:

- Montagem da proteção – medida em metros lineares em relação ao perímetro da obra.
- Marcação do gabarito – medido em metros lineares de parede projetada sobre a laje inferior.
- Instalações elétricas e hidráulicas – para esta etapa foram organizados kits os quais foram confeccionados previamente e posteriormente apenas instalados. Foi então medido o tempo de instalação de cada um destes kits.
- Armação, enforme e concretagem das paredes estruturais – para esta medição foi utilizado um modelo proposto por Souza (2006). De acordo com este modelo somente a área líquida da parede é medida, ou seja, os vãos da parede como portas e janelas foram descontados, conforme ilustra a Figura 13:

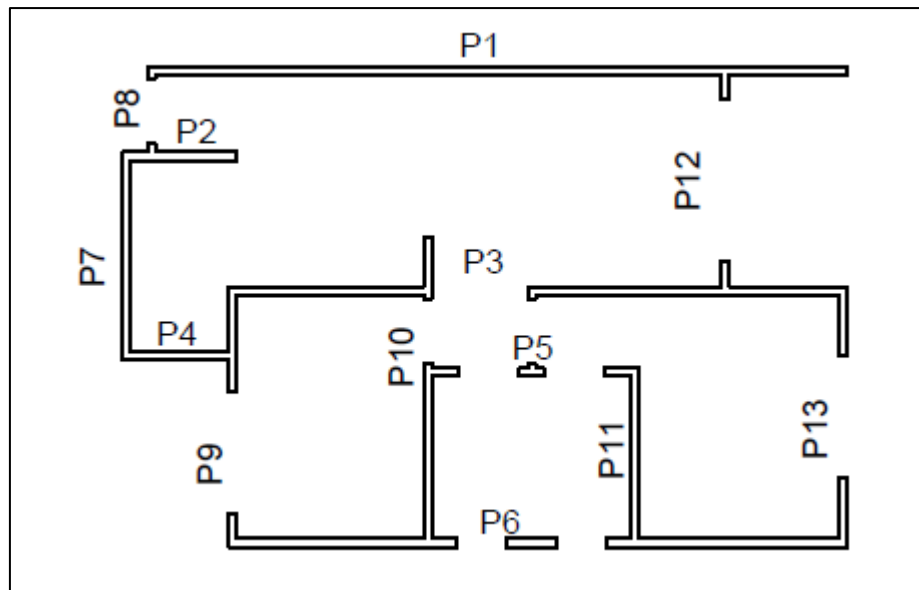
Figura 13 – Mensuração das quantidades realmente executadas



Fonte: Souza (2006, p. 37)

Para esta etapa foi criado um croqui da obra em estudo e cada uma das paredes foi numerada para facilitar a coleta de dados, a mesma está disposta na Figura 14.

Figura 14 – Numeração das paredes da obra em estudo



Fonte: Acervo do autor

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para cumprir a proposta da pesquisa foi necessária a utilização de um empreendimento para que pudessem ser feitas as medições dos índices de produtividade do mesmo. Para tal, foi utilizado um canteiro de obras localizado na cidade de Bagé. Seguindo a ética profissional, foi combinado com a direção da empresa que detalhes técnicos seriam mantidos em anonimato, da mesma forma foi pedido pela direção da empresa que imagens internas do canteiro não fossem publicadas, de modo que as imagens apresentadas são meramente ilustrativas. Diante do exposto, no presente capítulo está apresentado o empreendimento e suas características, bem como os índices de produtividade mensurados durante o período de estudo.

### 4.1 Caracterização da obra

O empreendimento é um condomínio vertical (Figura 15) que apresenta quatro torres de nove andares, sobre pilotis totalizando 10 pavimentos cada uma, somando 144 apartamentos com dois dormitórios cada. O pavimento térreo será utilizado para estacionamento e os andares superiores como apartamentos.

Figura 15 – Empreendimento utilizado no estudo





Os pavimentos tipo contam com apartamentos de 48 m<sup>2</sup> (Figura 16) e são constituídos por dormitório, suíte, banheiro social, sala de estar, cozinha e sacada. As áreas de comum utilização apresentam 30,30 m<sup>2</sup>. Deste modo, cada pavimento totaliza uma área de 222,30 m<sup>2</sup>.

Figura 16 – Apartamento tipo



#### 4.1.1 Caracterização dos serviços e equipamentos

A seguir estão apresentados os processos estudados, com as composições das equipes utilizadas em cada um deles, bem como os materiais e equipamentos utilizados, além da descrição do transporte dos materiais.

Vale dizer que o regime de contratação dos funcionários da obra foi feito na forma de carteira assinada, na qual os funcionários recebem o seu salário independentemente da quantidade de serviço produzida no mês.

#### 4.1.1.1 Montagem da proteção

A medição desta etapa não pode ser feita, pois, a equipe trabalhava em locais distintos, sem uma sequência, de modo que impossibilitou a quantificação desta etapa.

#### 4.1.1.2 Marcação do gabarito

Para este serviço (Figura 17) é utilizado apenas um profissional, o mesmo com auxílio de linhas faz a instalação dos esquadros para posterior alocação das fôrmas. Os esquadros são fixados na laje com auxílio de um dispositivo que faz a fixação com pinos de aço.

Figura 17 – Marcação e armação das paredes



Fonte: METRO MODULAR (2016, não paginado)

#### 4.1.1.3 Armação das paredes

A quantidade de funcionários nessa etapa pode variar entre 4 e 5, pois os mesmos trabalham simultaneamente na montagem, quanto na confecção dos kits na central de ferragem. As malhas são amarradas nas esperas da laje com arame recozido e troquês, após o nivelamento com o nível de mão. Na Figura 17 tem-se a ilustração de um funcionário da malha já montada.

#### 4.1.1.4 Instalações elétricas e hidráulicas

Por ser feita nos shaft's a instalação hidráulica foi considerada como uma etapa de acabamento e tal atividade era realizada posteriormente.

Para a instalação elétrica (Figura 18), dois funcionários são utilizados nesta etapa. Os kits com a quantidade de caixas e CD são separados previamente e os tubos são cortados no ato da instalação. As caixas são fixadas na armadura, bem como os tubos.

Figura 18 – Instalação elétrica



Fonte: Meneses (2014, não paginado)

#### 4.1.1.5 Montagem das fôrmas

A formas são metálicas e esse processo (Figura 19) é realizado com auxílio da grua, onde há um operador e um auxiliar na fixação das fôrmas no cabo para o içamento. Dois operários recebem e posicionam a fôrma no local correto enquanto o terceiro faz a raspagem e aplica o desmoldante. Conforme as formas são posicionadas, 3 operários fazem o travamento das mesmas. O processo de montagem

acontece de forma paralela com a desforma, as fôrmas são retiradas de um par de apartamentos e montadas no próximo par de apartamento a ser executado.

Uma particularidade na medição de montagem das fôrmas é que embora elas estivessem posicionadas nos locais, nem sempre elas estavam travadas e desta forma não poderiam ser consideradas como prontas para receber o concreto. Então aconteceu que, às vezes, as mesmas eram posicionadas ao fim do dia, mas ainda sem o seu travamento, isto dificultou a medição da quantidade de metros quadrados de parede montadas por dia.

Figura 19 – Montagem das fôrmas



Fonte: AEC (2016, não paginado)

#### 4.1.1.6 Armação da laje

As lajes são pré-moldadas e as mesmas são colocadas após a desforma das paredes, de forma que elas não fazem parte do ciclo de elevação de paredes.



#### 4.1.1.7 Concretagem

A espessura das paredes estudadas no presente trabalho é de 10 centímetros. O concreto é dosado em central e bombeado (Figura 20). Nesta etapa um funcionário opera o mangote, enquanto outros dois funcionários fazem a regularização do concreto.

Figura 20 – Concretagem



Fonte: AMORIM (2014, não paginado)

#### 4.1.1.8 Desforma

Este processo (Figura 21) é semelhante com a montagem das formas e acontece de forma paralela à montagem. Três funcionários fazem o destravamento das fôrmas enquanto outros dois soltam a forma das paredes. Em sequência o auxiliar da grua prende a forma que é içada.

Figura 21 – Desforma das paredes



Fonte: AEC (2016, não paginado)

#### **4.1.2 Condições de trabalho**

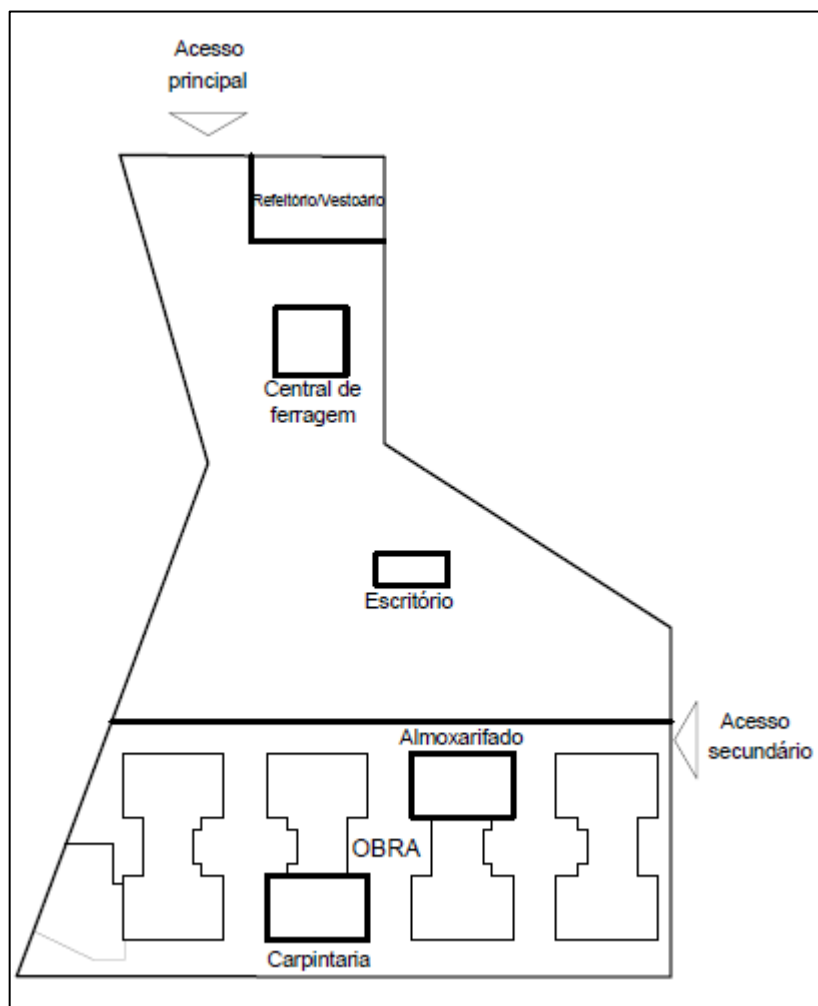
Quanto às condições de trabalho foi possível observar que:

- O canteiro contava com a presença de um técnico em segurança do trabalho e todos os EPI's eram fornecidos aos funcionários.
- A jornada de trabalho era das 7:45 às 18:00, com 1:15 de horário de almoço, somando assim, 8:45 de trabalho, de segunda a sexta-feira. O expediente aos sábados era de forma esporádica.

#### **4.1.3 Leiaute do canteiro**

O canteiro era bem amplo e todos os materiais estavam dispostos no seu interior, como pode ser visto na Figura 22. O acesso dos caminhões tanto da bomba, quanto o de concreto eram facilitados.

Figura 22 – Leiaute do canteiro



Fonte: Acervo do autor (2017, não paginado)

#### 4.2 Análise dos resultados dos índices de produtividade de cada etapa do processo construtivo

Como já mencionado neste trabalho, o objetivo da pesquisa envolve a análise dos índices de produtividade do método construtivo de paredes de concreto em cada um de seus processos. Cabe lembrar que o cálculo da RUP leva em consideração a quantidade de homens utilizados durante o período para produzir uma determinada quantidade de serviço, conforme já foi apresentado na Figura 9.

Quanto à forma da medição, ela não foi feita com periodicidade, ou seja, os índices não foram medidos em datas subsequentes, podendo haver intervalos maiores ou menores entre uma medição e outra.

Na Figura 23 estão expostos os dias em que cada um dos processos foi mensurado, bem como a condição climática e as temperaturas máxima e mínima. Como previsto no cronograma as medições foram realizadas entre os dias 19 de julho e 11 de agosto do ano corrente.

Figura 23 – Calendário de medições 1








<u>Julho</u>				
Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
<b>17</b> ● ● ● ● ● ●	<b>18</b> ● ● ● ● ● ●	<b>19</b> ● ● ● ● ● ●	<b>20</b> ● ● ● ● ● ●	<b>21</b> ● ● ● ● ● ●
<b>24</b> ☁ ● ● ● ● ●	<b>25</b> ☁ ● ● ● ● ●	<b>26</b> ☁ ● ● ● ● ●	<b>27</b> ● ● ● ● ● ●	<b>28</b> ● ● ● ● ● ●
<b>31</b> ● ● ● ● ● ●	<b>1</b> ☁ ● ● ● ● ●	<b>2</b> ☁ ● ● ● ● ●	<b>3</b> ☁ ● ● ● ● ●	<b>4</b> ● ● ● ● ● ●
<b>7</b> ● ● ● ● ● ●	<b>8</b> ☁ ● ● ● ● ●	<b>9</b> ☁ ● ● ● ● ●	<b>10</b> ☁ ● ● ● ● ●	<b>11</b> ☁ ● ● ● ● ●

Fonte: Acervo do autor (2017, não paginado)

Após o tratamento dos dados obtidos, encontrou-se inconsistência em algumas medições, como a falta de anotação de alguns dados e julgou-se necessário fazer mais medições. Foram então feitas mais medições no período de 27 de outubro à 06 de novembro, as quais estão expostas na Figura 24.



Figura 24 – Calendário de medições 2

Outubro/Novembro				
Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
<b>23</b> Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	<b>24</b> Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	<b>25</b> Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	<b>26</b> Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	<b>27</b>  Marcação Ferragem Elétrico Montagem 13' 21' 17mm Concretagem Desforma
<b>30</b>  Marcação Ferragem Elétrico 15' 25' Montagem Concretagem Desforma	<b>31</b>  Marcação Ferragem Elétrico 10' 23' 1mm Montagem Concretagem Desforma	<b>1</b>  Marcação Ferragem Elétrico 15' 26' 2mm Montagem Concretagem Desforma	<b>2</b>  Marcação Ferragem Elétrico 13' 27' Montagem Concretagem Desforma	<b>3</b>  Marcação Ferragem Elétrico 17' 25' 0,5mm Montagem Concretagem Desforma
<b>6</b>  Marcação Ferragem Elétrico 13' 25' Montagem Concretagem Desforma	<b>7</b> Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	<b>8</b> Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	<b>9</b> Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	<b>10</b> Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma

Fonte: Acervo do autor (2017, não paginado)

De posse dos dados obtidos em canteiro, os quais estão expostos em planilhas no apêndice A, os mesmos foram tratados e organizados em gráficos que trazem os valores da RUP diária. RUP cíclica, RUP cumulativa e RUP potencial de cada uma das partes que compõe o método construtivo de paredes de concreto moldadas “in loco”.

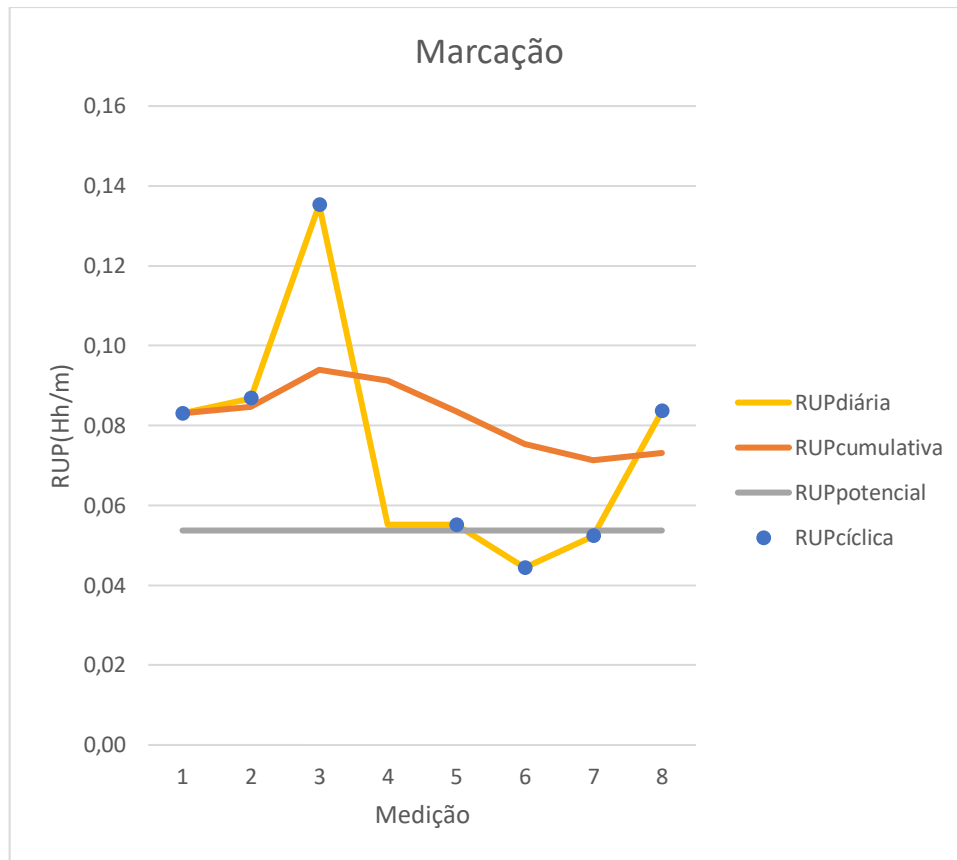
Cabe lembrar que a RUP diária evidencia as consequências que os fatores causam na produção da equipe ao longo do dia e também serve para identificar problemas que tenham ocorrido durante o serviço. Do mesmo modo a RUP cíclica mostra os fatores que influenciam na produtividade de um determinado ciclo. Já a RUP cumulativa mostra a tendência dos valores de produtividade que ajuda a prever o andamento do serviço e determinar o seu desempenho. Por fim, a RUP potencial apresenta um valor possível a ser alcançado e ser repetido por várias vezes.

A seguir serão apresentados os dados obtidos em cada uma das etapas do processo:

#### 4.2.1 Marcação do gabarito

O Gráfico 1 apresenta os valores obtidos para a etapa de marcação.

Gráfico 1 – Dados de RUP para o serviço de marcação do gabarito



Fonte: Acervo do autor (2017, não paginado)

Para esta etapa foram realizadas 8 medições. A produtividade nos primeiros três dias de medição teve valores acima do potencial o que caracteriza uma produtividade abaixo do esperado. O alto valor da RUP diária no terceiro dia, é justificado pois neste dia foram posicionados os esquadros de apenas 1 apartamento, porém as linhas foram posicionadas em ambos os lados da edificação (para os dois apartamentos), o que diminuiu a metragem produzida e conseqüentemente o valor da RUP. No quarto e no quinto dia os valores de RUP são idênticos, isso se explica pois no quarto dia o funcionário apenas colocou as linhas e não fez a instalação de nenhum esquadro de marcação. Nesse caso se o cálculo fosse feito de forma direta a produtividade no quarto dia seria igual a zero, o que não condiz com a realidade. Para tal caso foi feita uma proporção das horas trabalhadas em cada dia pelo total de horas necessária para a conclusão do serviço. A partir da sexta e sétima medição a produtividade teve índices acima do valor potencial apresentando o que representa boa produtividade. Na última medição foi possível notar novamente uma perda de

produtividade que é explicada pelo gasto de tempo para o treinamento de um novo funcionário.

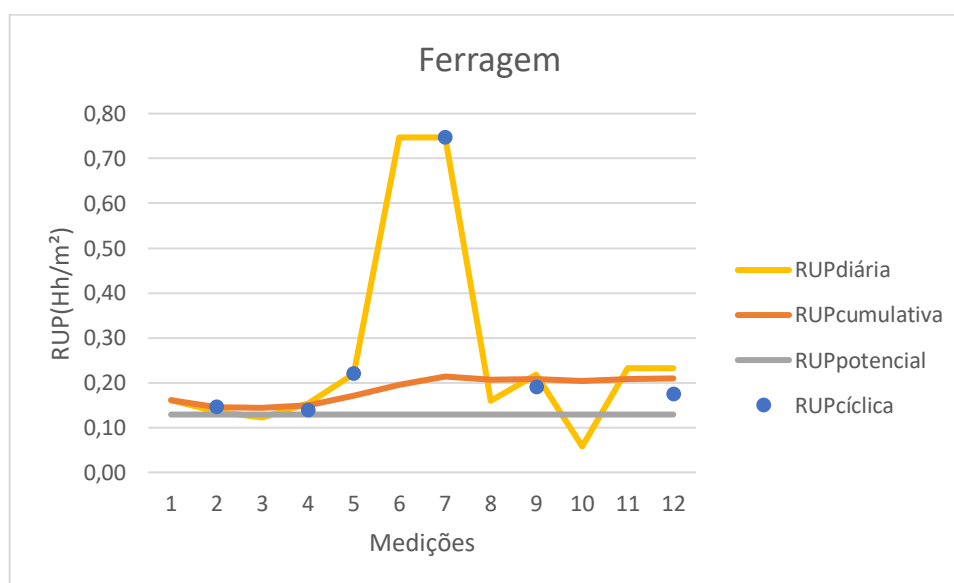
Considerando que a RUP cumulativa serve para detectar as tendências do desempenho do serviço a longo prazo, analisando o gráfico pode se dizer que a tendência é otimista, pois a um decréscimo significativo em tais valores.

Como os processos deste método construtivo são de curta duração, os ciclos, na maioria das vezes, são iniciados e concluídos no mesmo dia. Por este motivo, a RUP cíclica coincide em praticamente todas as medições com a RUP diária, exceto na 4 e 5 medições, onde o processo se estendeu por 2 dias.

#### 4.2.2 Armação de paredes

No Gráfico 2 estão dispostos os dados referentes a montagem das armaduras.

Gráfico 2 – Dados de RUP para o serviço de armação de paredes



Fonte: Acervo do autor (2017, não paginado)

As primeiras quatro medições da RUP diária, apresentaram valores perto do potencial da equipe. Na sexta e sétima medição podemos ver uma linearidade da produtividade, isso acontece porque o processo consiste em montar a malha, colocar os reforços, posicionar os espaçadores e fazer a limpeza, e neste caso, os operários montaram toda a estrutura de malhas no sexto dia restando apenas os reforços, os separadores e a limpeza para o sétimo dia e para que não houvesse uma

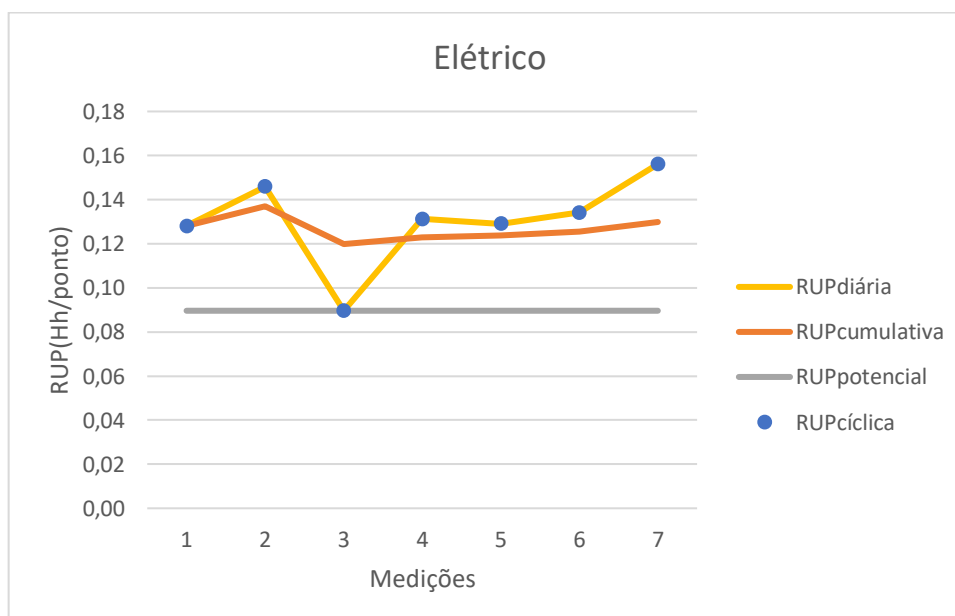
descaracterização dos dados, foi feita uma proporção de horas trabalhadas por dia pelo tempo total de execução da tarefa. Nestas duas medições existe uma perda na produtividade a qual é justificada pois ela corresponde a execução da circulação, que apresenta complexidade pelo fato da maior densidade de paredes, além disso ela foi realizada no dia que aconteceu uma auditoria no canteiro, o que pode ter ocasionado o desvio de função dos funcionários. A mesma proporção de horas trabalhadas por dia pelo tempo total de execução foi utilizada nos ciclos subsequentes o que caracteriza a boa produtividade na décima medição, pois apenas 1 funcionário iniciou a atividade naquele dia.

Observando a RUP cumulativa pode-se observar uma diminuição de produtividade entre o primeiro período analisado e o segundo, isso se explica, pois, alguns funcionários foram deslocados para outro canteiro e foram contratados outros ferreiros com menos experiência.

#### 4.2.3 Instalações Elétricas

No Gráfico 3 estão dispostos os dados referentes às instalações elétricas.

Gráfico 3 – Dados de RUP para o serviço de instalações elétricas



Fonte: Acervo do autor (2017, não paginado)

Dentre as atividades acompanhadas em obra esse é o processo que apresenta os piores índices de produtividade. Os valores das RUP's diária mantiveram-se distantes da RUP potencial, sendo que a mesma foi alcançada apenas na terceira

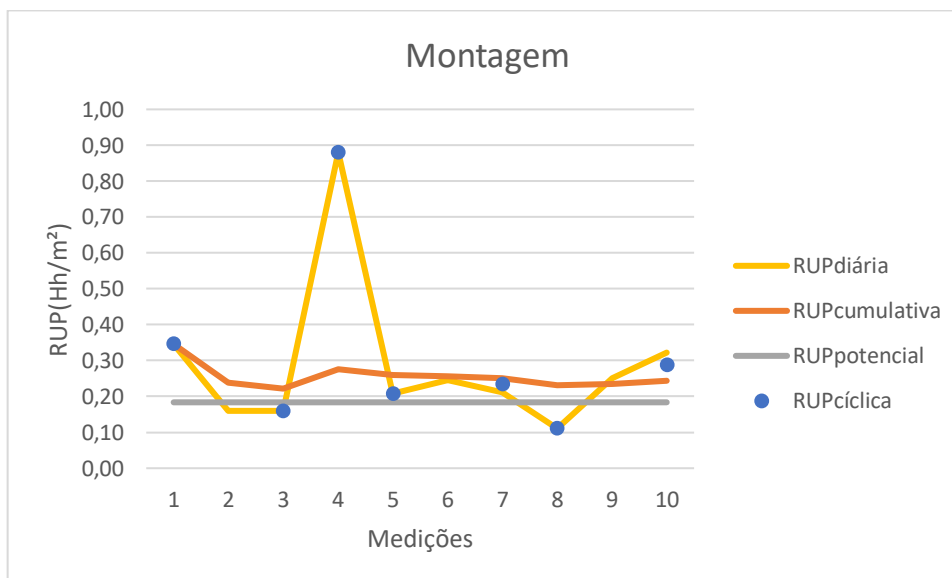
medição. Neste mesmo dia ocorreu uma leve chuva, o que não afetou na produtividade. Na sétima medição já com um volume bem maior de chuva a mesma pode explicar uma queda no rendimento da equipe, de modo que os valores ficaram em 0,16 Hh/ponto, o que caracteriza um valor 77% acima do esperado, ou seja, da RUP Potencial.

Neste caso a RUP cumulativa apresenta resultados negativos, pois existe uma tendência de perda de produtividade a longo prazo.

#### 4.2.4 Montagem de fôrmas

O Gráfico 4 apresenta os dados obtidos para a etapa de montagem das formas.

Gráfico 4 – Dados de RUP para o serviço de montagem de fôrmas



Fonte: Acervo do autor (2017, não paginado)

No primeiro dia mediu-se um valor abaixo do esperado, isso pode ser explicado pela baixa temperatura. O processo de fôrma e desfôrma acontece em paralelo, como já citado no item 4.1.1, devido à baixa temperatura, o concreto teve um tempo de cura mais longo o que tornou a desfôrma mais lenta, pois exigia cuidado no momento de içar as fôrmas com a grua. Na quarta medição o valor teve um aumento discrepante devido ao uso da grua em outras atividades, de modo que o processo teve uma pausa de quase uma hora e também pelo fato da circulação ter uma densidade maior de

paredes tornando a sua montagem mais complexa. Vale ressaltar que na medição 5 e 7, houve um volume de 39 e 25 mm de chuva, respectivamente, o que não comprometeu o rendimento da equipe. A última medição teve um valor abaixo do potencial devido a manutenção de uma peça que fez com que a grua parasse por aproximadamente 20 minutos.

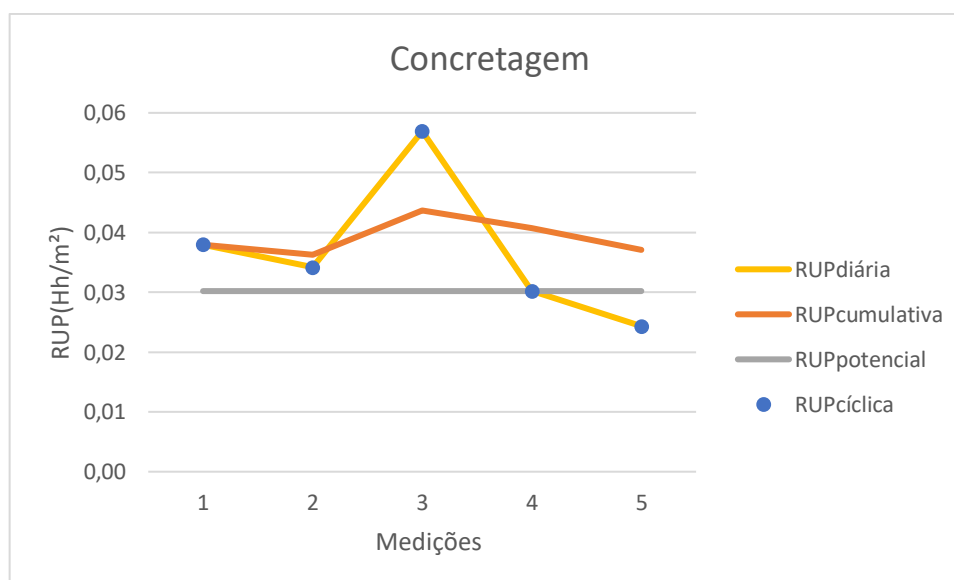
Durante o período de medições houveram dois dias em que a incidência de vento ultrapassou os 45Km/h, de modo que a grua não pode fazer o içamento das formas para garantir a integridade dos funcionários.

Mesmo com a variação da RUP diária, analisando a RUP cumulativa pode-se observar a linearidade, tendo em vista que RUP cumulativa serve para detectar a tendência a mais longo prazo, é um resultado satisfatório, considerando que os valores se aproximam da RUP potencial.

#### 4.2.5 Concretagem

No Gráfico 5 estão expostos os dados referentes às de medições das concretagens executadas.

Gráfico 5 – Dados de RUP para o serviço de concretagem



Fonte: Acervo do autor (2017, não paginado)

A primeira medição teve um valor abaixo do potencial pois houve um atraso no segundo caminhão de concreto. O primeiro caminhão foi descarregado

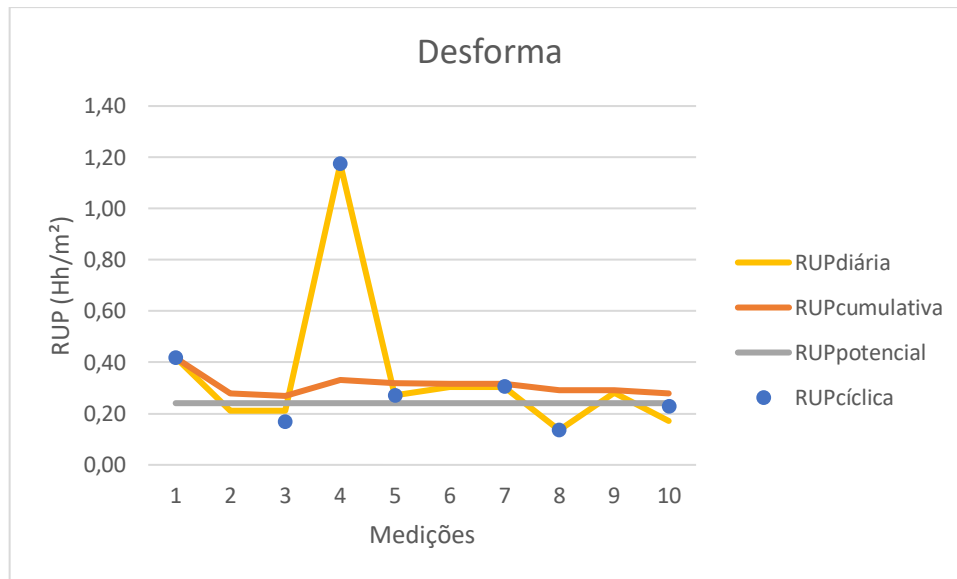
completamente às 13:59, enquanto o bombeamento do secundo iniciou às 14:36. É possível observar uma grande perda na produtividade da segunda para a terceira medição. Essa diminuição no rendimento se explica, pois, a terceira medição foi feita no primeiro pavimento, onde ocorre a união entre as paredes e o pilotis. Devido a algumas saliências na laje do pilotis em alguns locais ficaram aberturas na interface das formas e da laje do pavimento térreo, as quais foram fechadas com argamassa. Como essa argamassa ainda não se encontrava totalmente seca, a concretagem foi feita de forma mais lenta e de modo a preencher toda base das formas primeiramente e posteriormente então foi preenchida na sua totalidade, evitando assim que o concreto não vazasse por essas fendas. Na quarta e na quinta medição os caminhões já estavam esperando quando o anterior terminava sua descarga de modo que os valores ficaram igual e abaixo da RUP potencial, respectivamente.

Analisando a o gráfico de RUP cumulativa, pode-se notar uma tendência positiva pois a os valores vão diminuindo ao longo do tempo.

#### **4.2.6 Desforma**

Os dados de desforma, apresentados no Gráfico 6, são muito semelhantes aos de montagem das formas pelo fato de as etapas acontecerem simultaneamente. Como na montagem, os fatores do clima como o frio intenso (retardando a desforma), a logística dos equipamentos e a velocidade do vento (limitando o trabalho da grua) são fatores que influenciam nesta etapa.

Gráfico 6 – Dados de RUP para os serviços de desforma



Fonte: Acervo do autor (2017, não paginado)

### 4.3 Fatores influenciadores na variação da produtividade

#### 4.3.1 Características do produto

Nas etapas de montagem de armadura e fôrmas pode-se notar a perda de rendimento quando se tratava da execução da circulação por ela ter uma maior densidade de paredes quando comparada aos apartamentos. Isso fica evidente nas medições onde o a circulação foi medida de forma individual, como um ciclo, quando a circulação foi medida juntamente com os apartamentos essa variação não foi não discrepante.

#### 4.3.2 Variação climática

Considerando que a chuva é na maioria das vezes a vilã na construção civil, após analisar os dados do canteiro em questão podemos dizer que ela tem sim uma influência em alguns casos, porém não muito relevantes. O mesmo já não se pode dizer no caso do vento, pois o mesmo pode parar o transporte vertical por grua e em alguns casos também horizontal do canteiro, o que sessa a produção do canteiro. A questão da temperatura teve influência na cura do concreto, acarretando atrasos e



demoras nos processos de desforma, quanto ao desempenho dos funcionários nos dias frios, não se pode notar diferença. Como, no período em que foram feitas as medições, as temperaturas e níveis de insolação eram mais amenos, não se pode ter uma noção da influência desses fatores na redução da produtividade dos funcionários.

#### **4.3.3 Mão de obra**

Um processo industrializado como as paredes de concreto moldadas *in loco* exige o treinamento e pessoal qualificado para a execução das tarefas. No processo de ferragem pôde-se notar uma perda de produtividade com a contratação de funcionários com menos experiência. Nos outros processos como os operários já vinham trabalhando com o sistema a um bom tempo, pode-se notar que o fator da mão de obra foi quase que nulo quando se diz respeito a perda de produtividade.

No que diz respeito a faltas, não foi observada nenhuma falta. Em alguns casos, operários foram realocados para a execução de outra função.

#### **4.3.4 Logística do canteiro/equipamentos**

Em um canteiro amplo com várias etapas acontecendo ao mesmo tempo a organização é fundamental. Observando os resultados, o fato de a grua trabalhar em praticamente todos os processos do canteiro acaba prejudicando a produtividade, por exemplo da montagem das formas. Por outro lado, ela é usada para fazer o transporte dos esquadros de um prédio para outro, se isto tivesse que ser feito de forma manual, acarretaria em uma perda de rendimento muito grande no serviço de marcação, por exemplo.

#### **4.3.4 Falta de materiais**

De forma pontual, aconteceu um atraso na entrega do concreto, retardando a conclusão da concretagem. Mas de forma geral, não é um problema presente no canteiro.

## 5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

### 5.1 Conclusões

A partir deste estudo foi possível coletar índices de produtividade por meio de mensurações e observações “in loco”, para que posteriormente pudessem ser analisados os fatores responsáveis pela variação desses índices.

Inicialmente foi apresentado o sistema construtivo de edificação de paredes de concreto moldadas “in loco”, sendo este objeto de estudo dessa pesquisa. Nesse sentido, demonstrou-se as características particulares desse sistema, de forma sucinta, para melhor entendimento de como é a sua execução.

Na sequência, foram apresentadas as metodologias que podem ser aplicadas na medição de produtividade no setor da construção civil, na qual constatou-se que para o presente trabalho o modelo mais apropriado seria o Modelo de Entradas e Saídas pelo fato de que o modelo é o mais empregado para este tipo de estudos e através do Modelos dos Fatores é possível identificar quais fatores que influenciam na produtividade do serviço que está sendo mensurado.

Ademais, para o cálculo da produtividade da mão de obra, foi utilizado como indicador de mensuração da produtividade a RUP – Razão Unitária de Produção, já que tal índice proporciona a mensuração do esforço humano despendido, em homens-hora, para a produção de determinado serviço).

No que se refere a mensuração da produtividade em edificação de paredes de concreto moldadas “in loco”, pode-se dizer que se trata de um processo bastante complexo (devido às suas tarefas e essas tarefas serem divididas em várias subtarefas) e pouco desenvolvido (ainda não há uma padronização da execução de paredes de concreto moldadas “in loco”). Uma maior preparação dos responsáveis, através da utilização de técnicas de planejamento, e a fiscalização atenta e em sintonia com os encarregados da obra é um fator estratégico para a obtenção de melhores resultados. A inexistência de referências de produção, como por exemplo a TCPO, dificulta afirmar se o processo é produtivo ou não, porém a longo prazo é possível elaborar um banco de dados para que se possa obter uma referência.

Com este trabalho foram observados vários fatores responsáveis pela variação da produtividade como: características do produto, variação climática, mão de obra, logística do canteiro/equipamentos e a falta de materiais. Quanto aos fatores

responsáveis pela variação da produtividade de edificação de paredes de concreto moldadas “in loco” conclui-se que o maior influenciador é a logística do canteiro, que pode ser resolvido através da gestão dos equipamentos e da programação do recebimento de materiais. No que diz respeito às características da obra, a densidade de paredes reduz significativamente a produção, fator esse que infelizmente não pode ser controlado pois as áreas de escada, circulação e elevador na maioria das vezes possui uma maior densidade de paredes. Outro fator que não pode ser controlado são as condições meteorológicas que apresentaram influência significativa nos resultados. Por fim a qualificação constante dos funcionários e o treinamento por meio da repetição das tarefas, contribui para que se obtenha melhores índices de produtividade.

Ao termino deste trabalho, pode-se constatar como é importante o estudo da produtividade. Tendo em mente que a construção civil precisa cada vez mais, se industrializar, esse método vai de encontro com essa ideia e demonstra que é cada vez mais necessário o estudo e otimização dos processos dentro do canteiro de obras.

## **5.2 Sugestões para trabalhos futuros**

Concluindo, após a realização de uma pesquisa, sempre surge a oportunidade que outras possam ser desenvolvidas com novos enfoques. Diante disso, fica a oportunidade de que a presente pesquisa contribua para a construção civil e motive a comunidade acadêmica para outros estudos. Tendo em vista que o estudo de produtividade de paredes de concreto moldadas *in loco* ainda é pouco difundido, recomenda-se:

- a) aplicar a metodologia em outros canteiros de modo a se desenvolver um banco de dados com valores que possam ser utilizados como referência para comparação dos resultados;
- b) analisar de maneira mais criteriosa os fatores influenciadores e quais são os mais determinantes na variação dos índices de produtividade;
- c) analisar mais detalhadamente os processos, buscando assim, neutralizar os fatores de variações dos índices de produtividade;

- d) aplicar a metodologia em uma edificação do início ao fim, para assim acompanhar a evolução da produtividade considerando o treinamento da equipe devido a repetição.
- e) aplicar a metodologia em uma edificação do início ao fim, para assim acompanhar a variação da produtividade nos diferentes (andares) níveis da edificação.
- f) Utilizar outras unidades para quantificar os processos, como por exemplo, concretagem em m<sup>3</sup> e a ferragem por toneladas de aço.

## REFERÊNCIAS

AEC. **Sistema construtivo de paredes de alta produtividade e custos competitivos.** 2016. Não paginado. Disponível em: <[https://www.aecweb.com.br/prod/d/fh-perfilline\\_11990\\_34602#prettyPhoto](https://www.aecweb.com.br/prod/d/fh-perfilline_11990_34602#prettyPhoto)>. Acesso em 20 de Novembro de 2017.

AMORIM, Kelly. REVISTA TÉCNICA. **IPT desenvolve traço de referência para concreto autoadensável em paredes moldadas no local.** São Paulo, não paginado, PINI, 2014. Disponível em <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/tecnologias-sistemas/ipt-desenvolve-traco-de-referencia-para-concreto-autoadensavel-em-paredes-330324-1.aspx>>. Acesso em 20 de Novembro de 2017.

ARAÚJO, L.O.C. **Método para a previsão e controle da produtividade da mão de obra na execução de fôrmas, armação, concretagem e alvenaria.** 2000. 374p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

ARAÚJO, L.O.C; SOUZA, U. E. L. **Fatores que influenciam a produtividade da alvenaria: Detecção e quantificação.** In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 8., 2000, Salvador. **Anais...** Salvador: ANTAC, 2000. Não paginado.

\_\_\_\_\_. **Produtividade da mão de obra na execução de alvenaria: Detecção e quantificação de fatores influenciadores.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, 2001, São Paulo. **Anais...**São Paulo: Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2001. P.01-25.

\_\_\_\_\_. **A produtividade da mão-de-obra na execução de revestimentos de argamassa.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, v.3., 2000, Vitória. **Anais...**Vitória: ANTAC, 1999. p. 727-739.

CARRARO, F; SOUZA, E.L. **Monitoramento da produtividade da mão de obra na execução da alvenaria: Um caminho para a otimização dos recursos.** In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS, v.1, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP,1998. p.291 – 298.

CBIC / FGV. **A produtividade da construção civil brasileira.** Estudo realizado pela parceria da Câmara Brasileira da Indústria da Construção com a Fundação Getúlio Vargas (2012). Disponível em: <<http://www.cbic.org.br/sala-de-imprensa/apresentacoes-estudos/a-produtividade-da-construcao-civil-brasileira>>. Acesso em 27 de maio de 2017.

CBIC. **Banco de dados**. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>>. Acesso em 26 de maio de 2017.

GÓES, Bruno Pereira. **Paredes de concreto moldadas “in loco”, estudo do sistema adotado em habitações populares**. 2013. 80p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

VIEIRA, Helio Flavio. **Logística Aplicada à Construção Civil: Como Melhorar o Fluxo de Produção nas Obras**. São Paulo : Pini, 2006.

LATELME, E. M. V. **Proposta de um sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil**. 1994. 124p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (RS).

LAUGENI, Fernando Piero; MARTINS, Petrono Garcia. **Administração da Produção**. 2 ed. São Paulo : Editora Saraiva, 2005.

MATTOS, Aldo Doria. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo : Pini, 2010.

METRO MODULAR, **Parede passo a passo**. 2016. Disponível em: <<http://www.metromodular.com.br/parede-passo-a-passo>>. Acesso em 20 de Novembro de 2017

MISSURELI, Hugo; MASSUDA, Clovis. REVISTA TÉCNICA. **Como construir Paredes de Concreto**. São Paulo, Edição 147, p. 74-80, PINI, 2009. Disponível em <<http://http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/147/paredes-de-concreto-285766-1.aspx>>. Acesso em: 02 de Maio de 2017.

MENESES, Ronaldo. **Edificação com paredes em concreto armado foi tema de visita técnica**. Campina Grande, Unifacisa Centro Universitário, 2017. Não paginado. Disponível em: <<http://www.cesed.br/construcaoedificios/blog/?p=1504>>. Acesso em: 20 de Novembro de 2017.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

OLIVEIRA, R.R. et al. **Estudo de fatores que afetam a produtividade em obras repetitivas**. In: Congresso Latino-Americano, v.1., 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 1998. p.323 – 330.

OLIVEIRA, L. A.; SOUZA, U. E. L.; SABBATINI, F. H. **Produtividade da mão de obra na execução de vedação de fachadas com painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, v.9.,

2002, Foz do Iguaçu, **Anais...** Foz do Iguaçu: ANTAC/UNIOESTE/UEL/UFPR, 2002. Não paginado

SOARES, Sandro Rocha; BAROLLO, Bárbara Elisa; FREITAS, Rodrigo Randow de. **Análise da produtividade da mão de obra na construção civil em uma empresa do Espírito Santo.** In: Workshop Engenharia de Produção Centro Universitário Norte do Espírito Santo – UFES/CEUNES, V. 1., 2015, São Mateus. **Anais...** Espírito Santo: UFES, 2015.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Como aumentar a eficiência da mão-de-obra: Manual de gestão da produtividade na construção civil.** São Paulo : Pini, 2006.

\_\_\_\_\_. **Produtividade e custos dos sistemas de vedação vertical.** In: Seminário Tecnologia e Gestão na produtividade de edifícios: Vedações verticais, v.1., 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: PCC-USP, 1998. p. 237-248.

## APÊNDICE A

Tabela 3 – Mensuração dos serviços de marcação do gabarito

Atividade	Med.	Apartamento	Hora início	Hora fim	Dia	Homens	Realizado no dia	Observação
Marcação	1	103/104+c - Shorthorn	08:00	17:45	18/7	1	todas	-
	2	903/904 - Hereford	07:59	16:24	24/7	1	todas	-
	3	101 - Shorthorn	09:40	16:30	19/7	1	todas	-
	4	901/902 - Angus*	16:40	17:35	19/7	1	somente colocou linhas	-
	5		08:05	11:43	20/7	1	todas	-
	6	901/902 - Hereford	13:25	17:05	27/7	1	todas	-
	7	101/102 - Devon	13:20	17:39	28/7	1	todas	-
	8	801/802 - Shorthorn	08:32	11:59	3/11	2	todas	oficial+aprendiz

Fonte: Acervo do autor

Tabela 4 – Mensuração dos serviços de armação das paredes

Atividade	Med.	Apartamento	Hora início	Hora fim	Dia	Homens	Realizado no dia	Observação
Ferragem	1	901/902 - Angus*	14:41	17:40	20/7	4	todas	-
	2		08:00	11:29	21/7	4	reforços+espaçadores+limpeza	-
	3	101/102+c - Shorthorn	17:14	17:45	28/7	4	preparação para colocação das malhas	-
	4		07:54	15:31	31/7	5	todas	-
	5	103/104 - Devon	08:25	17:27	3/8	5	todas	-
	6	circ. Devon	13:15	17:59	27/10	4	todas	-
	7		07:45	11:45	30/10	4	reforços+espaçadores+limpeza	auditoria PBQB
	8	701/702 - Devon	13:15	17:50	30/10	3	P1- 2x(P13-P6-P7-P8-P9)	-
	9		07:58	15:51	31/10	3	restante	-
	10	801/802+c - Shorthorn	16:15	17:40	3/11	1	preparação para colocação das malhas	-
	11		08:07	17:38	4/11	4	malhas+reforços	-
	12		08:02	11:20	6/11	4	reforços+espaçadores+limpeza	-

Fonte: Acervo do autor

Tabela 5 – Mensuração dos serviços de instalações elétricas

Atividade	Med.	Apartamento	Hora início	Hora fim	Dia	Homens	Realizado no dia	Observação
Elétrico	2	901/902 - Angus	08:29	15:43	21/7	2	todos	-
	3	903/904 - Hereford	13:35	17:45	26/7	2	todas	-
	4	101/102+c - Shorthorn	08:06	15:27	31/7	2	todos	-
	5	103/104 - Shorthorn	08:00	12:00	2/8	2	todas, exceto 20 pontos já instalados	20 pontos montados no dia anterior
	6	103/104 - Devon	11:00	17:45	7/8	2	todos	-
	7	101/102 - Devon	07:55	15:34	8/8	2	todos	-

Fonte: Acervo do autor



Tabela 6 – Mensuração dos serviços de montagem das fôrmas

Atividade	Med.	Apartamento	Hora início	Hora fim	Dia	Homens	Realizado no dia	Observação
Montagem	1	803 - Hereford	07:45	17:45	19/7	3,5	todas	-
	2	801/802 - Hereford	10:40	17:29	20/7	3,5	todas	-
	3		08:04	10:35	21/7	3,5		
	4	circ. Shorthorn	10:37	17:45	1/8	3,5	circulação/2	(14:10-14:53)
	5	102 - Shorthorn	08:30	15:00	3/8	3,5	todas	-
	6	103/104 - Shorthorn	08:00	17:45	7/8	3,5	P1-(2*(P8-P2-P7-P4-P9-P12))-P3-P5-P6-P10-P11-P13	-
	7		07:53	11:15	8/8	3,5		
	8	104 - Devon	08:37	11:53	27/10	3	todas	-
	9	703/704 - Devon	10:56	17:45	1/11	4	+/- 1 apartamento (P1/2), no primeiro dia	-
	10		08:00	16:24	3/11	4	restante	-

Fonte: Acervo do autor

Tabela 7 – Mensuração dos serviços de concretagem

Atividade	Med.	Apartamento	Hora início	Hora fim	Dia	Homens	Realizado no dia	Observação
Concretagem	1	801/802+c - Hereford	12:05	14:55	21/7	3	todas	(13:59-14:36)
	2	903/904 - Hereford	12:10	14:11	1/8	3	todas	-
	3	101/102+c - Shorthorn	14:00	18:15	3/8	3	todas	-
	4	703/704 - Shorthorn	09:53	11:40	31/10	3	todas	-
	5	803/804+c - Devon	17:08	18:57	3/11	3	todas	-

Fonte: Acervo do autor

Tabela 8 – Mensuração dos serviços de desforma

Atividade	Med.	Apartamento	Hora início	Hora fim	Dia	Homens	Realizado no dia	Observação
Desforma		803 - Angus	08:00	17:28	19/7	4,5	todas	-
		803/804+c - Hereford	07:50	17:25	20/7	4,5	todas	Grua 20 min parada
	07:58		10:06	21/7	4,5			
		circ. Hereford	10:15	17:36	1/8	4,5	circulação/2	(14:10-14:53)
		102 - Shorthorn	08:13	14:48	8/8	4,5	todas	-
		101/102 - Shorthorn	07:54	17:51	7/8	4,5	todas	-
			07:50	11:08	8/8	4,5		
		102 - Devon	08:20	11:20	4/30/35	4	todas	-
		703/704 - Sorthorn	08:04	17:38	1/11	3	+/- 1 apartamento (P1/2), no primeiro dia	20min manutenção
08:00			14:19	3/11	3	restante	-	

Fonte: Acervo do autor

## ANEXOS

### Anexo A - Nivelamento da laje



Fonte: Techné (2009, p. 74-80, Ed. 147)

### Anexo B - Montagem das armaduras de paredes e eletrodutos



Fonte: Techné (2009, p. 74-80, Ed. 147)

### Anexo C - Montagem dos painéis internos de alumínio



Fonte: Techné (2009, p. 74-80, Ed. 147)

#### Anexo D - Montagem dos painéis externos



Fonte: Techné (2009, p. 74-80, Ed. 147)

#### Anexo E - Montagem pareada (painéis internos e externos simultaneamente)





Fonte: Techné (2009, p. 74-80, Ed. 147)

#### Anexo F - Colocação dos grampos de fixação entre painéis



Fonte: Techné (2009, p. 74-80, Ed. 147)

#### Anexo G - Escoramento dos painéis de laje



Fonte: Techné (2009, p. 74-80, Ed. 147)

#### Anexo H - Travamento das fôrmas de parede



Fonte: Techné (2009, p. 74-80, Ed. 147)

Anexo I - Espaçadores plásticos garantem o cobrimento da placa e o posicionamento da armadura



Fonte: Techné (2009, p. 74-80, Ed. 147)

#### Anexo J - Concretagem de paredes e lajes em fôrma de alumínio com auxílio de bomba-lança



Fonte: Techné (2009, p. 74-80, Ed. 147)