

CLASS.	M 624
DISCIPLINA	CR71e
ANO/EDIÇÃO	2013

**UNIS CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS**  
**GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**  
**BRUNO CESAR NOGUEIRA COUTINHO**

**ESTUDO DE CASO DE PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA NO SERVIÇO DE**  
**ALVENARIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

**VARGINHA-MG**  
**2015**

**BRUNO CESAR NOGUEIRA COUTINHO**

**ESTUDO DE CASO DE PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA NO SERVIÇO DE  
ALVENARIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho apresentado como requisito para obtenção dos créditos da disciplina TCC II, 10º período do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG, sob a orientação do Professor Armando Belato Pereira.

**VARGINHA-MG  
2015**

**BRUNO CESAR NOGUEIRA COUTINHO**

**ESTUDO DE CASO DE PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA NO SERVIÇO DE  
ALVENARIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil, pela banca examinadora composta pelos membros:

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

---

Ms. Armando Belato Pereira (orientador)

---

Prof. Elker Lucas Garroni

---

Ms. Antônio de Faria

OBS.:

## AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus por tudo que tem proporcionado em minha vida, por sempre ter me abençoado, em todas as minhas escolhas, todos os caminhos, não me deixando faltar nunca perseverança, fé, foco, força mesmo nos momentos de dificuldades, sempre me iluminando e protegendo. Agradeço aos meus pais Wanderley e Neide, por todo apoio, pois sem eles não seria possível essa conquista, sei o quanto foi difícil para eles também, das dificuldades enfrentadas ao longo. A minha namorada Joelma que sempre se fez presente me apoiando para que eu não desistisse no meio do caminho, aos meus familiares e aos meus amigos, que sempre confiaram em mim e que também foram importantes para essa conquista. Agradeço ao meu professor orientador Armando Belato Pereira, por estar sempre disposto a me ajudar e orientar, colocando seu conhecimento à disposição, esclarecendo as dúvidas que surgiam pelo caminho. Aos demais professores que estiveram presente ao longo dessa trajetória acadêmica, e que de certa forma também contribuíram para este trabalho.

## RESUMO

O presente trabalho insere-se na área da construção civil, sobre o Estudo de Caso da produtividade da mão de obra no serviço de alvenaria de vedação em uma obra de construção de casas do Programa Minha Casa Minha Vida. O intuito é identificar as diversas atribuições e procedimentos realizados no canteiro de obra em relação à produtividade da mão de obra. Através de um planejamento baseado em índices de produtividade é possível a comparação com o praticado nos orçamentos. Podendo assim obter-se resultados significativos em relação à produtividade. O Método utilizado foi uma pesquisa quantitativa e qualitativa. A partir de um acompanhamento diário no serviço de alvenaria, no qual foi possível identificar o índice de produtividade da mão de obra, fazendo a análise da Razão Unitária de Produção (RUP) diária, cumulativa e potencial. Analisando os resultados foram detectados alguns fatores que afetam diretamente na produtividade da mão de obra. O índice de produtividade encontrado teve uma diferença em comparação com a tabela de composição de preço para orçamento, TCPO14. Pode-se dizer que a produtividade depende de mão de obra competente e do estímulo ao seu desempenho. O cumprimento do prazo de entrega ou a rápida resolução de problemas são fatores que ajudam a melhorar o gerenciamento da obra.

**Palavras-chave:** Produtividade; Mão de obra. TCPO. RUP.

## ABSTRACT

*This work is part of the construction area on the Case Study of labor productivity in the sealing masonry service into a work of construction of houses of my home my life. The aim is to identify the various tasks and procedures on the construction site in relation to the productivity of labor. Through a plan based on productivity rates can be compared to the one practiced in the budgets. Thus being able to obtain significant results in relation to productivity. The method used was a quantitative and qualitative research. From a daily monitoring in masonry service, it was possible to identify the labor productivity index, making the analysis of the Unitary. Production Ratio (OR) daily, cumulative and potential. Analyzing the results were detected some factors that directly affect the productivity of labor. The productivity index was found a difference compared with the price up table for TCPO14 budget. It can be said that productivity depends on hand competent work and the encouragement to their performance. Compliance with the delivery or the quick resolution of problems are factors help improve management of the work.*

**Keywords:** Productivity. Labor. TCPO. RUP.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Definição dos tipos de Homens que farão parte da RUP.....	16
Tabela 2 - Definição dos tipos de RUP em função dos intervalos de tempo de referência.....	16
Tabela 3 - Fatores que afetam a duração do serviço.....	17
Tabela 4 - Etapas para o acompanhamento dos serviços.....	20
Tabela 5 - Índice de produtividade de alvenaria com bloco cerâmico (9x19x39cm) .....	22
Tabela 6 - Influências no consumo de materiais e produtividade da mão de obra .....	22
Tabela 7 – Tabela de Entrada e Saída de Dados.....	29
Tabela 8 - Custo Mensal de Mão de Obra e Equipamentos.....	32
Tabela 9 - Custo e Volume do Traço de Argamassa.....	32

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Representação simplificada de um processo construtivo.....	15
Figura 2- Comparação entre os diferentes tipos de RUP.....	17
Figura 3- Materiais para iniciação da alvenaria.....	27
Figura 4- Foto do Empreendimento Residencial Mundo Novo.....	28
Figura 5- Central de argamassa e concreto.....	28
Figura 6: RUP's Comparativa.....	30



## ANEXOS

Anexo A- Apontamento Diário.....	37
Anexo B – Projeto Arquitetônico.....	38

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	12
2 JUSTIFICATIVA .....	13
3 OBJETIVO .....	13
3.1 Geral .....	13
3.2 Específicos .....	13
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
4.1 Produtividade da Mão de obra na construção civil.....	14
4.1.1 Cálculo para a produtividade e mão de obra.....	15
4.1.2 Definições dos tipos de RUP .....	16
4.2 Metodologias a ser utilizada .....	17
4.2.1 Fatores que afetam a duração .....	17
4.2.2 Qualidade da Mão de obra .....	18
4.3 Cronograma .....	19
4.3.1 Razões para acompanhamento.....	19
4.4 TCPO - Tabela de Composição de Preço Para Orçamentos .....	21
4.4.1 Estudo de Produtividade da mão de obra .....	21
4.4.2 Produtividade variável para mão de obra.....	22
4.4.3 Índice de produtividade do serviço de alvenaria de vedação .....	22
5 METODOLOGIA.....	25
5.1 Técnicas de coletas.....	25
5.2 Tratamento e análise dos dados. ....	26
6 ESTUDO DE CASO .....	26
6.1 Logísticas de Abastecimento de material .....	27
6.2 Resultados das RUP's.....	29
6.3 Calculo do Custo Previsto x Realizados .....	31
6.3.1 Quantidade real de materiais utilizados por m <sup>2</sup> de alvenaria .....	31

<b>6.3.2 Custos da Produção de argamassa em obra.....</b>	<b>31</b>
<b>6.3.3 Custo do m<sup>2</sup> de alvenaria .....</b>	<b>33</b>
<b>6.4 Análise dos resultados .....</b>	<b>34</b>
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>8 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>36</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Engenheiro Civil tem como uma de suas atribuições à organização e o planejamento do andamento da obra, utilizando recursos técnicos e construtivos, para que consiga finalizá-la dentro do orçamento previsto e cronograma físico proposto, juntamente com uma produtividade de mão de obra de qualidade.

A construção civil é um setor de grande importância econômica e social, mas ainda tem que evoluir quanto ao melhor aproveitamento da mão de obra e materiais. No atual cenário brasileiro, onde o mercado da Construção Civil encontra-se em alta, um dos critérios para se destacar nesta competitividade é a produtividade. Dantas (2011) define produtividade como uma ação para estabelecer a relação dos resultados obtidos do processo produtivo e os recursos consumidos para sua obtenção. Dessa forma, a produtividade de um sistema organizacional é decorrente da eficiência e do rendimento da mão de obra direta envolvida na execução da tarefa.

Com o objetivo de identificar o índice de produtividade da mão de obra, recurso mais precioso participante na execução de uma obra, e que representa uma alta porcentagem do custo total em uma construção. Fez-se um estudo de caso comparando o índice de produtividade da mão de obra, com o índice de produtividade da Tabela de Composição de Preço para Orçamento (TCPO14) e o custo do orçamento inicial com o praticado na obra.

O presente trabalho insere-se na área da construção civil, sobre o Estudo de Caso da produtividade da mão de obra no serviço de alvenaria de vedação em uma obra de construção de 326 casas do Programa Minha Casa Minha Vida.

## **2 JUSTIFICATIVA**

Essa pesquisa tem como finalidade resgatar um tema de suma importância como o da produtividade da mão de obra, uma vez que seu resultado interfere diretamente no custo e prazo de uma obra de engenharia.

Através do estágio realizado em uma construtora durante o curso de graduação em Engenharia Civil, pude perceber um grande atraso no cronograma físico inicial da obra no serviço de alvenaria de vedação, a partir daí surgiu o interesse de desenvolver um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) com foco na produtividade da mão de obra, que tem seus objetivos apresentados a seguir.

## **3 OBJETIVO**

### **3.1 Geral**

Tem como objetivo identificar o índice da produtividade no serviço de alvenaria de vedação no canteiro de obra, acompanhando diariamente em campo o desenvolvimento da produtividade da mão de obra e o consumo de materiais, para poder levantar o custo do m<sup>2</sup> de alvenaria construído.

### **3.2 Específicos**

Para identificar o índice de produtividade da mão de obra e o custo do m<sup>2</sup> de alvenaria serão necessários:

- Analisar a logística de abastecimento do material no canteiro de obra, que pode influenciar no rendimento da mão de obra.
- Fazer o acompanhamento do serviço no canteiro de obra.
- Obter um índice de produtividade em campo e fazer uma análise comparativa com tabela de composição de preço para orçamento – TCPO14.
- Calcular o custo do m<sup>2</sup> de alvenaria considerando a mão de obra, materiais e equipamentos gastos para execução do serviço.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 Produtividade da Mão de obra na construção civil

Souza (2006) afirma que a produtividade está ligada à eficiência e eficácia da mão de obra promovida pelo esforço dos trabalhadores em transformar as entradas em saídas ou obra, o que depende da motivação que recebem.

Para Souza (2006), para que haja produtividade em quantidade e qualidade, especialmente nos dias de hoje em que há grande competitividade no mercado de construção civil, é preciso que a mão de obra seja qualificada e competente, pois ao contrário, a produção não se efetiva se não houver a minimização do desperdício do esforço humano, isto porque sem qualificação e/ou conhecimento do serviço da construção, a obra não obterá o resultado desejado.

Assim, a produtividade depende de mão de obra competente e do estímulo ao seu desempenho, do controle dos serviços e principalmente de um bom gerenciamento durante todas as etapas de execução da obra, já que deve ter conhecimento sobre as inovações da tecnologia na área da construção e acompanhar as mudanças para competir no mercado.

Segundo COSTA, 1983, *apud* SOUZA 2006, o significado de produtividade diverge segundo a pessoa consultada. Um engenheiro diria que é a quantidade produzida por unidade de tempo, diferente de um administrador de empresas, que a descreveria como a relação entre lucro e investimento total, definição usualmente utilizada para termo lucratividade.

Comumente considerado um indicador de eficiência de uma empresa ou até mesmo de uma nação, é usado em análises econômicas e comparações internacionais. Calculado pela comparação entre a quantidade ou valor de *output* e a quantidade ou valor de *input* necessário para produção desse mesmo *output*. Apesar de poder ser utilizado para medir a eficiência na utilização de qualquer *input*, o conceito de produtividade é usualmente utilizado para avaliar a eficiência do empregado no fator trabalho. Nesse caso, a produtividade é calculada pela divisão da quantidade produzida pelo número de horas e/ou pelos números de trabalhadores, necessário para conseguir essa produção.

De acordo com Souza, 1996, a produtividade é a medida da eficiência do processo produtivo na transformação de recursos físicos (entradas) em quantidade de serviço executado (saídas). Este exemplo é apresentado na Figura 1.

Figura 1: Representação simplificada de um processo construtivo



Fonte: adaptado do Livro, SOUZA, 1996

#### 4.1.1 Cálculo para a produtividade e mão de obra

Na medida em que se queira estudar a produtividade, é necessário, inicialmente, mensurá-la (SILVA, 1993). Para se mensurar a produtividade da mão de obra, adota-se o indicador denominado Razão Unitária de Produção - RUP, definido como:

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

Onde:

RUP = razão unitária de produção;

Hh = mensuração do esforço humano despendido, em homens-hora, para a produção do serviço;

QS = quantidade de serviço.

Na equação verificamos que a produtividade melhora quando cresce a relação entre os resultados e os consumos do processo. Ainda com base na equação, percebemos que quanto menor for o valor da RUP, maior será a produtividade de um serviço.

É importante enfatizar que a RUP pode ser mensurada com relação a distintos intervalos de tempo, fornecendo assim diferentes serventias quanto ao processo de gestão da produção de um serviço.

#### 4.1.2 Definições dos tipos de RUP

Quanto à definição dos tipos de Homens que farão parte da RUP, Souza (2006) os definiu em três possibilidades, conforme ilustrado na Tabela 1:

Tabela 1: Definição dos tipos de Homens que farão parte da RUP

Oficial	Mão de obra referente ao profissional envolvido diretamente na produção do serviço (pedreiro, carpinteiro, ferreiro, eletricista, etc.);
Mão de obra direta	Quando se acrescenta os ajudantes diretos ao grupo dos oficiais;
Mão de obra global	Quando o esforço de apoio é crescido à mão de obra direta.

Fonte: Adaptado do Livro, SOUZA, 2006

A partir dos intervalos de tempo, Souza (2001, apud PALIARI, 2008) sugere a análise das razões unitárias de produção. Conforme ilustrado na Tabela 2:

Tabela 2: Definição dos tipos de RUP em função dos intervalos de tempo de referência

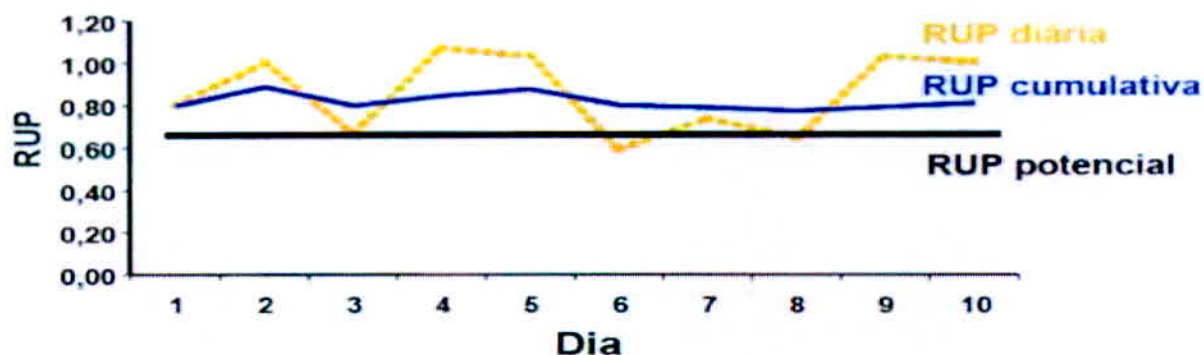
RUP Diária	Referente à produtividade diária. Indica o efeito dos fatores que afetam a produtividade no dia a dia;
RUP Cumulativa	Referente à produtividade acumulada durante certo período de tempo. Indica a tendência de desempenho do serviço, amenizando os efeitos das anormalidades do dia a dia;
RUP Potencial	Referente à mediana dos valores da RUP Diária, abaixo da RUP Cumulativa.

Fonte: Adaptado do Livro, SOUZA 2001.



Na Figura 2 abaixo, tem-se a representação gráfica dos tipos de RUP, citados acima RUP diária com sua grande variação, a RUP cumulativa, amenizando os efeitos da RUP diária, e a RUP potencial, estabelecendo a meta a ser atingida pela equipe de produção, consequência dos valores de RUP diária obtidos.

Figura 2: Comparação entre os diferentes tipos de RUP



Fonte: Adaptado do Livro, SOUZA, 2006

## 4.2 Metodologias a ser utilizada

Cada empresa deve estabelecer uma metodologia básica mais adequada para fazer a apropriação dos serviços, de tal modo que possa obter os coeficientes de produtividade e consumo dos insumos de cada serviço específico para sua própria utilização (TISAKA, 2011, p.68).

### 4.2.1 Fatores que afetam a duração

Para MATTOS, 2010 o quadro abaixo lista alguns fatores que afetam diretamente a duração de uma atividade.

Tabela3: Fatores que afetam a duração do serviço

FATORES	EFEITOS
Experiência da equipe	Quanto mais experiência tiver a equipe de trabalho, maior a facilidade em realizar a atividade, e conseqüentemente, menos tempo necessário para executá-la.

Grau de conhecimento do serviço	Atividades novas, especiais ou pouco frequentes geralmente requerem um período de familiarização da equipe (metodologia construtiva, posicionamento dos operários e equipamentos, identificação de interferências, análises de fontes de erros etc.). Existe uma tendência natural que a produtividade cresça com o tempo (curva de aprendizagem).
Apoio logístico	A duração de uma atividade pode ser otimizada com um suporte preciso, que garanta que os operários não percam tempo esperando a chegada do material, ou com longos deslocamentos etc.

Fonte: Livro: MATTOS, 2010.

#### 4.2.2 Qualidade da Mão de obra

Para Santos (2003), as limitações mais frequentemente encontradas estão ligadas à produtividade da mão de obra e, assim, se faz necessário entender como esse processo se dá ao longo dos inúmeros fatores que podem influenciar a velocidade da produção dentro de um canteiro de obras. Como passo inicial para esse entendimento, julga-se necessário identificar quais serviços sofrem maior variação produtiva e, a partir daí, congrega esses serviços, definindo intervalos de confiança que podem orientar a utilização dos índices de produtividade na concepção de orçamentos e no planejamento de sistemas produtivos (HEINECK, 2003).

A mão de obra é o recurso a que se deve mais atenção na execução de obras de construção civil, não somente porque representa alta porcentagem do custo total, mas principalmente em função de se estar lidando com seres humanos que têm uma série de necessidades que devem ser supridas, além de que são os trabalhadores que fazem a execução dos serviços, sem os quais não há como construir.

O resultado da produtividade da mão de obra interfere diretamente no custo e prazo da obra, levando em consideração as etapas envolvidas no processo produtivo, daí se ressaltar a importância do planejamento como fundamental nas etapas da construção da obra por influenciar diretamente no desempenho do setor produção, obtendo aumento da produtividade, diminuição de perdas na produção agregando qualidade aos produtos (FORMOSO 2001).

A mão de obra deve ser competente e eficaz, ou seja, aquela formada por operários que “põem a mão na massa”. No entanto, esta mão de obra necessita de comando e segurança, o que significa dizer que a escolha e formação do quadro de operários devem fazer parte do planejamento e controle de qualquer projeto de construção de obras (LIMMER, 2013).

### 4.3 Cronograma

O cronograma é por excelência, o instrumento do planejamento do dia a dia da obra e é com base nele que o gerente e sua equipe devem tomar as seguintes providências:

- Programar as atividades das equipes de campo;
- Instruir as equipes;
- Fazer pedidos de compra;
- Alugar equipamentos;
- Recrutar operários;
- Aferir o progresso das atividades;
- Monitorar atraso ou adiantamento das atividades;
- Replanejar a obra;
- Pautar reuniões. (MATTOS, 2010)

Segundo Mattos 2010, o planejamento de uma obra não se esgota na preparação do cronograma inicial. É preciso monitorar o avanço das atividades e averiguar se o cronograma é obedecido ou se há variação entre o que foi previsto e o que vem sendo realizado no campo.

#### 4.3.1 Razões para acompanhamento

Se o planejamento fosse uma ciência exata, o cronograma inicial seria preciso o bastante para gerenciar a obra, dispensando a tarefa de monitoramento e controle. No entanto, sendo dinâmico por natureza e possuindo uma dose de imprevisibilidade, o planejamento impõe ao planejador o acompanhamento da obra. (MATTOS, 2010).

Para MATTOS, 2010 o acompanhamento obedece a três etapas sucessivas, conforme quadro abaixo:

Tabela 4: Etapas para o acompanhamento dos serviços

Aferição do progresso das atividades	Nesta etapa, o progresso das atividades é aferido no campo para posterior comparação com que havia sido planejado para aquele período ponto. Nesta fase, a equipe registra o avanço de cada tarefa em quantidade (m <sup>3</sup> , t, kg) ou porcentual.
Atualização do planejamento	Nesta etapa, os dados de campo são cotejados com o planejamento referencial – comparação, <u>previsto x realizado</u> . O cronograma é então recalculado de acordo com que falta ser feito. Em função do processo real das atividades, o caminho crítico pode ter se alterado, tendo migrado para outro ramo.
Interpretação do desempenho	A atualização do planejamento deve ser acompanhada de uma avaliação crítica da tendência de atraso ou adiantamento da obra. Nesta etapa, o planejamento e equipe da obra analisam as causas de desvio de cronograma e inferem se as discrepâncias ocorreram por um motivo pontual ou se representam uma tendência.

Fonte: MATTOS, 2010.

#### 4.4 TCPO - Tabela de Composição de Preço Para Orçamentos

Lançado pela PINI anos em versão impressa, o TCPO apresenta a base de dados para orçamento e, com informações e critérios de maior credibilidade na indústria da construção civil nacional.

As tabelas de composição de custo organizam informações sobre os recursos, sejam materiais, mão de obra ou horas de equipamentos, necessários para a execução de uma unidade padrão de um determinado serviço. Nas composições “padrão” os coeficientes de consumo de materiais e a utilização da mão de obra refletem a média apurada para a execução do serviço correspondente, consideradas as premissas mais básicas e mais comuns para a execução. (TCPO14, 2012).

##### 4.4.1 Estudo de Produtividade da mão de obra

Os dados relativos à mão de obra passaram a ser acumulados a partir dos trabalhos realizados pelo Prof. Dr. Ubiraci Espinelli Lemes de Souza, durante sua permanência (de 1993 a 1995) na *Pennsylvania State University*, como pesquisador visitante, trabalhando em parceria com o Prof. Dr. H. Randolph Thomas, daquela instituição. No entanto, o primeiro grande banco de informações disponíveis diz respeito a coleta de campo que fez parte de dois grandes projetos de pesquisa, coordenados pelo PCC-USP através do Prof. Ubiraci, e tanto o apoio do SECOVI-SP e de construtoras e fornecedores de materiais da cidade de São Paulo e imediações.

O primeiro projeto de pesquisa denominou-se “Estudo de Produtividade da mão de obra na construção civil – fôrmas, armação, concretagem e alvenaria” preocupando-se, portanto, com os serviços que caracterizam a parte mais bruta da obra.

Outros trabalhos mais recentes (em São Paulo, Pernambuco, Bahia, Paraná, dentre outras regiões).

Os dados de produtividade da mão de obra foram também enriquecidos com vários trabalhos de pesquisadores participantes dos programas de pós-graduação do PCC-USP. Ainda no caso da mão de obra, vale a pena citar que a metodologia aplicada nos trabalhos citados está sendo usada atualmente em pesquisa de âmbito internacional, na qual outros países estão estimando e procurando entender sua produtividade, o que permitirá futuras comparações entre desempenho de diferentes países. (TCPO14, 2012).

#### 4.4.2 Produtividade variável para mão de obra

Ao se avaliar a produtividade de mão de obra, deve-se ter clara a abrangência da equipe demandada para que um serviço seja executado. Os Oficiais são operários especializados, responsáveis pela elaboração do produto final propriamente dito, isto é, trata-se do grupo de operários que realmente agrega valor à obra; os ajudantes diretos são aqueles que auxiliam os oficiais nas proximidades do produto que está sendo elaborado, normalmente movimentando os materiais para bem perto dos oficiais e sendo responsáveis por outras tarefas auxiliares, comandados pelos oficiais; e os ajudantes de apoio, que normalmente localizados mais distante dos oficiais, são responsáveis pelo suprimento de matérias na frente de trabalho. (TCPO14, 2012)

#### 4.4.3 Índice de produtividade do serviço de alvenaria de vedação

A tabela 5, indica o índice de produtividade do serviço de alvenaria de vedação da TCPO14 com bloco cerâmico furado 9 x 19 x 39cm, espessura de parede 9cm, junta de 10mm com argamassa industrializada: unidade: m<sup>2</sup>.

Segundo TCPO14 essa nova maneira de representação da composição é valiosa porque permite que os orçamentista caracterizem melhor seus orçamentos, reproduzindo neles as reais condições de execução da obra e serviços, e também porque permitem que os engenheiros de obra ou gestores compreendam de maneira explícita e organiza os principais fatores que influenciam a produtividade da mão de obra ou consumo de materiais de um determinado serviço.

Tabela 5: Índice de produtividade de alvenaria de vedação com bloco cerâmico 9x19x39cm.

Código	Componente	Unid.	Mínimo	Médio	Máximo
01.021.000001. MOD	Pedreiro	H	0,51	0,71	0,98
01.026.000001. MOD	Servente	H	0,31	0,43	0,59

04.004.000007. MAT	Argamassa Pré-fabricada para assentamento de alvenaria	Kg	5,3000	14,7000	37,7000
05.004.000001. MAT	Bloco cerâmico de vedação (comprimento: 390mm/largura: 90mm/altura: 190mm)	Und	12,875	13,500	15,591

Fonte: Livro TCPO14, PINI, 2012.

A tabela 6 indica fatores de influência no consumo de materiais e a produtividade de mão de obra citado pela TCPO14.

Tabela 6: Influências no consumo de materiais e produtividade da mão de obra

Pedreiro e Servente	
Não preenchimento de juntas verticais	Preenchimento
Densidade media da alvenaria m <sup>2</sup> de parede/m <sup>2</sup> de piso.	Densidade alta ou baixa da alvenaria m <sup>2</sup> de parede/m <sup>2</sup> de piso
Presença quase exclusiva de parede na altura usual	Presença significativa de parede alta ou baixa de mais
Pouco tempo para executar um pavimento (prazo enxuto)	Muito tempo para executa um pavimento (prazo extenso)
Baixa rotatividade	Alta rotatividade
Pagamento conforme acordado	Falta no pagamento dos operários
Material disponível	Falta de material
Equipamento de transporte vertical disponível.	Quebra ou indisponibilidade de transporte vertical

Bloco cerâmico de vedação 9 x 19 x 39 cm	
<p>Utiliza-se bloco complementares para modulação</p> <p>Paredes grandes</p> <p>Bloco de boa qualidade blocos paletizados</p> <p>Envio do número correto de bloco para frente do serviço</p> <p>Existência de projeto de alvenaria</p> <p>Uso de ferramentas e técnicas adequadas para o uso do corte controle de qualidade e quantidade no recebimento</p> <p>Existência de processo de execução</p> <p>Não adoção de componente de alvenaria para enchimento.</p>	<p>Blocos são cortados para modulação</p> <p>Paredes pequenas</p> <p>Blocos de má qualidade</p> <p>Blocos não paletizados</p> <p>Número de bloco aleatório frente de serviço</p> <p>Não existência de projeto de alvenaria</p> <p>Corte dos componentes é feito com a própria colher de pedreiro ou não existência de controle de qualidade e quantidade.</p> <p>Não existência de procedimento de execução</p> <p>Adoção de componente de alvenaria para enchimento</p>
Argamassa mista com cimento, cal hidratada e areia.	
<p>Pequena porcentagem de juntas verticais preenchida</p> <p>Uso de bisnaga ou tabuinha para aplicação de argamassa</p> <p>Existência de procedimento para dosagem ou mistura na obra</p> <p>Transporte de argamassa com equipamento e procedimento de paredes longas</p> <p>Existência de projeto definido</p>	<p>Preenchimento de todas as juntas verticais</p> <p>Uso de colher de pedreiro para aplicar a argamassa.</p> <p>Inexistência de procedimento para dosagem ou mistura na obra</p> <p>Transporte de argamassa com equipamento e procedimento não paredes curtas</p> <p>Projeto incompleto ou com indefinições</p>

Fonte: Adaptado do Livro TCPO14, PINI, 2012.



## 5 METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa quantitativa e qualitativa na coleta dos dados a partir de um empreendimento residencial. A técnica utilizada na coleta de dados foi a partir do acompanhamento diário no serviço de alvenaria de vedação e de preenchimento da tabela de apontamento diário (Anexo A), levando em consideração a recomendação da teoria de, Souza (2001, apud PALIARI, 2008) fazendo a análise das RUP's diária, cumulativa e potencial e utilizando a equação do índice de produtividade de (SILVA 1993).

A estratégia de pesquisa utilizada foi o estudo de caso.

Os dados foram coletados diretamente em campo durante um período de 30 dias.

### 5.1 Técnicas de coletas

Inicialmente foi solicitada a autorização do engenheiro responsável para que o pesquisador tivesse livre acesso ao canteiro de obra, bem como disponibilidade para a coleta dos dados necessários para o trabalho.

Foi obtida, com o engenheiro responsável, o projeto arquitetônico (Anexo B) e impresso 06 (seis) cópias da tabela de apontamento diário (Anexo A) para a coleta de dados no período de 30 dias com seis pedreiros diferentes.

Foram coletados os dados de 22 dias durante o período de trabalho, com a utilização de trenas e com as equações básicas da matemática foi possível medir a quantidade de serviço de elevação de alvenaria e o consumo de material que cada pedreiro executou no período, sendo anotados na ficha de apontamento diário (Anexo A) os resultados obtidos.

Através da Equação (1) e com os dados acima obtidos, foi possível calcular a RUP's diária, cumulativa e potencial de cada pedreiro e fazer a média de todos para ser mais preciso o índice de produtividade.

O termo "H", da Equação (1) é a quantidade de operários. Somente a equipe de produção oficial, neste caso, os pedreiros.

O termo "h" da Equação (1) foi considerado as horas trabalhadas pelos operários e as horas não trabalhadas nas quais eles estavam disponíveis para o serviço.

O termo "QS" da Equação (1) é a quantidade de serviço realizado em m<sup>2</sup> pela equipe.

## 5.2 Tratamento e análise dos dados.

Para iniciar o tratamento das informações apropriadas foi desenvolvido com o auxílio do *Software Excel 2010* uma planilha que é usada para a entrada de dados, assim como automaticamente (por meio de fórmulas nas células) obtém-se as saída de dados, onde foi possível a criação dos gráficos o qual exibem as curvas das RUP 's diária, cumulativa e potencial, mostrando os picos formados pelos fatores influenciadores observados.

## 6 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso se baseia na coleta de dados do tempo de produção utilizado na amostragem do trabalho que foi realizado pelos pedreiros no serviço de alvenaria de vedação de uma construtora de casas populares na cidade de Lavras – MG. A empresa possui os níveis de certificação de qualidade PBPQH, ISO 9001. Trabalha com construções de casas populares e rodovias junto a programas do Governo Federal. A obra possui 95 funcionários. Todos os serviços da obra estão sendo executados pela construtora, não tendo nenhuma empresa terceirizada.

O empreendimento em construção demonstrado na figura 3 é do Bairro Residencial Mundo Novo, com 326 casas onde 117 casas já estão na fase de acabamento e as 209 restantes estão na fase de terraplenagem, fundação e a alvenaria de vedação em elevação.

A obra possui uma área construída de 20.639,06 m<sup>2</sup>, com área de alvenaria por casa de 140.61 m<sup>2</sup> e um total de 45.838,86 m<sup>2</sup>.

Uma demonstração dos resultados encontrados após o preenchimento da tabela 7 e dos gráficos gerados pelas planilhas eletrônicas, a partir dos dados coletados foi realizada neste capítulo a fim de que seja feita uma consideração final sobre do tema estudado.

Figura 3:Foto do Empreendimento Residencial Mundo Novo



Fonte: O Autor

### 6.1 Logísticas de Abastecimento de material

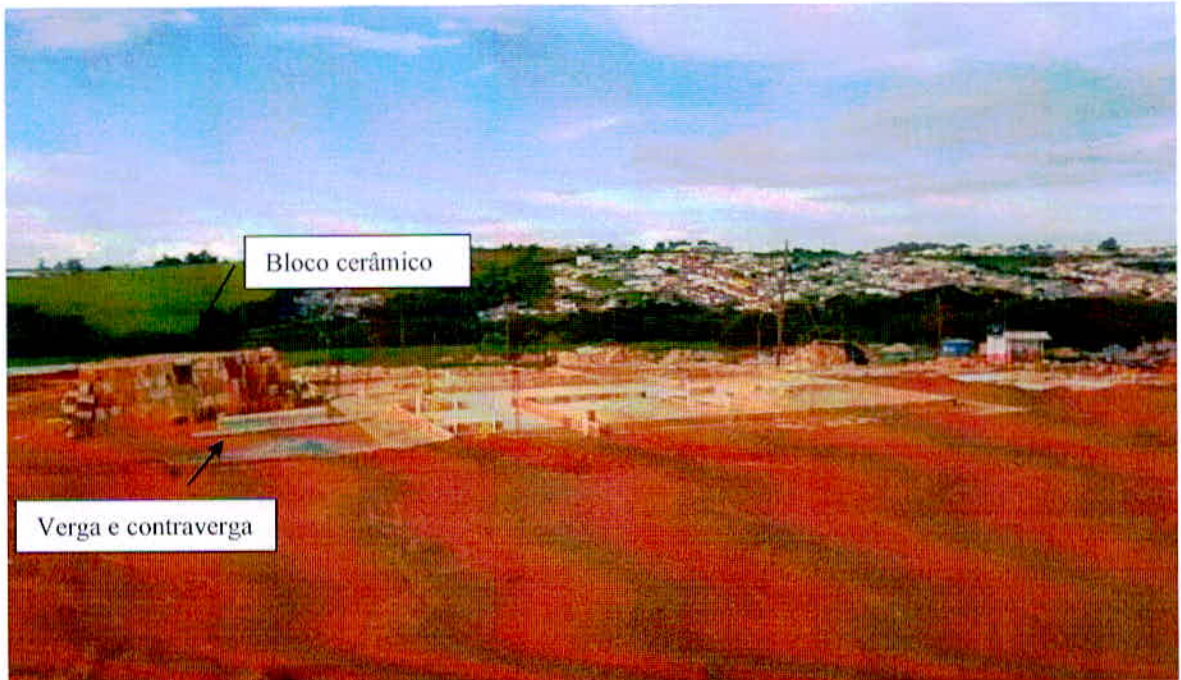
Os blocos cerâmicos de vedação (9 x 19 x 39 cm), são os que estão sendo utilizados para a modulação e o bloco cerâmicos canaleta de (9 x 19 x 39 cm) são utilizados utilizado para respaldar a alvenaria.

Os blocos cerâmicos como visto na figura 4 são programados para serem entregues antes de dar início ao serviço. A descarga do material é de responsabilidade do fornecedor. O local de armazenamento é dentro do lote e já na quantidade necessária para fazer a alvenaria completa.

A argamassa é produzida na central de concreto e argamassas como mostra a figura 5, no próprio canteiro de obra e transportada pelo dumper. Os funcionários desta central trabalham em horários diferentes para que quando o pedreiro e o servente cheguem ao local, à argamassa já esteja pronta.

Vergas e contravergas, apresentada na figura 4 são pré-fabricadas e feitas no próprio canteiro de obra e transportada pelo caminhão que transporta os materiais no interior da obra.

Figura 4: Materiais para iniciação da alvenaria



Fonte: O Autor

Figura 5: Central de Argamassa



Fonte: O Autor

## 6.2 Resultados das RUP's.

A tabela 7 abaixo mostra os dias que foram coletados os dados com a quantidade de pedreiros e as horas que foram necessárias para executar a quantidade de m<sup>2</sup> de alvenaria levantada, podendo assim calcular os índices de produtividade da obra e com o objetivo de comparar os resultados obtidos com a Tabela de Composição de Preço para Orçamento (TCPO14) e utilizar como base para calcular o custo do m<sup>2</sup> de alvenaria.

Tabela 7: Tabela de entrada e saída de dados

Dias	Quantidade de Pedreiro	Quantidade de Horas Trabalhada	Quantidade de serviço (m <sup>2</sup> )	Índice RUP Diária	Índice RUP cumulativa	Índice RUP Potencial	Índice da TCPO 14
1	6	9	87,60	0,62	0,66	0,82	0,51
2	6	9	84,60	0,64			
3	6	9	63,00	0,86			
4	6	9	96,00	0,56			
5	6	8	76,80	0,63	0,88		
9	6	9	48,60	1,11			
10	6	9	64,80	0,83			
11	6	9	55,60	0,97			
12	6	9	74,90	0,72	0,70		
13	6	8	65,00	0,74			
16	6	9	85,50	0,63			
17	6	9	69,80	0,77			
18	6	9	72,50	0,74	1,02		
19	6	9	81,50	0,66			
20	6	8	70,00	0,69			
23	6	9	74,60	0,72			
24	6	9	51,60	1,05	1,02		
25	6	9	63,00	0,86			
26	6	9	45,60	1,18			
27	6	8	59,40	0,81			
30	6	9	45,00	1,20			
31	6	9	53,40	1,01			

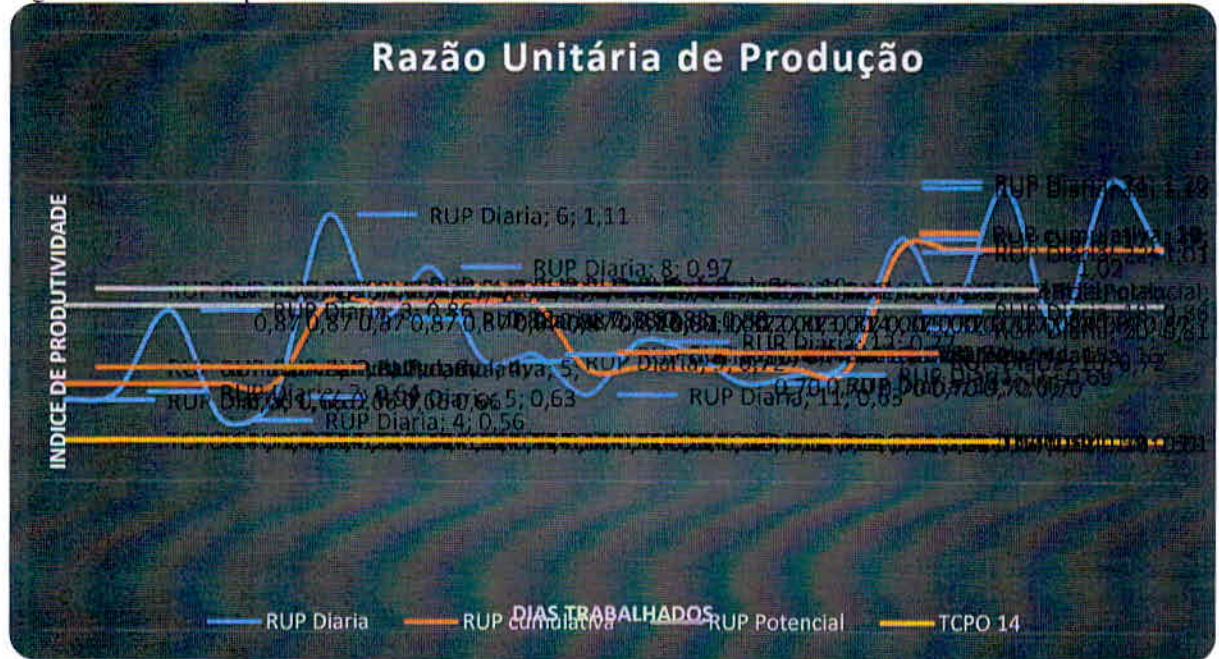
Fonte: O Autor

Com gráfico (figura 7) gerado a partir dos resultados da tabela 8, podemos analisar a variação RUP diária ocasionada pelos efeitos de anormalidade do dia a dia. A RUP cumulativa indica a tendência de desempenho do serviço e a RUP potencial que é a média que se encontra

bem acima da reta gerada pelo índice de produtividade da Tabela de Composição de preço para Orçamento (TCPO14).

Com base na Equação (1) podemos dizer que quanto menor a RUP melhor é a produtividade da mão de obra.

Figura 6: RUP's Comparativa



Fonte: O Autor

Seguem algumas observações de fatores que influenciaram na execução do serviço realizado, gerando uma variação da produtividade:

- Erro na leitura do projeto arquitetônico, fato que ocorreu algumas vezes, alterando a localização de esquadrias, com perda de tempo para a demolição das prumadas executadas e nova execução conforme projeto;
- Mobilização do pedreiro até ao local do serviço dentro do canteiro de obra por se tratar de um canteiro muito grande.
- Mão de obra não qualificada, dificuldade de contratação devido o grande número de obras na cidade.
- Rotatividade de pedreiros no serviço.
- Trabalho sobre andaimes, onde o pedreiro perde um pouco suas mobilidades.
- Organização e limpeza no ponto de trabalho.

### 6.3 Calculo do Custo Previsto x Realizados

Como o orçamento inicial, que podemos chamar de previsto, é gerado antes da execução da obra e com base em documentos específicos como: projetos, memorial descritivo e encargos, e considerando todos os custos diretos para montar um orçamento é necessário conhecer os coeficientes de produtividade da mão de obra, consumo de materiais e consumo horário dos equipamentos utilizados nos serviços. Já que as variáveis que compõem são estimadas e seus resultados são aproximados em relação àquele que será o custo real. O orçamento apurado após a realização do serviço deve apresentar um grau de precisão compatível com uma margem de erro esperada pela construtora.

Partindo do resultado da tabela 7, onde se pode afirmar que o índice de produtividade real da obra em estudo está maior que da Tabela de Composições de preço para Orçamento (TCPO), que é uma tabela referencial para a preparação de orçamentos de obras no Brasil, e baseado no orçamento inicial da obra em estudo, aonde não são discriminados os custos com a mão de obra, materiais e equipamentos utilizados no serviço para realização de  $m^2$  de alvenaria. Levantou-se então o custo de cada um, previsto e realizado, visando identificar se o custo real do  $m^2$  de alvenaria está maior ou menor do que foi calculado no orçamento.

#### 6.3.1 Quantidade real de materiais utilizados por $m^2$ de alvenaria

Os materiais utilizados para a execução do serviço de alvenaria levantados em campo foram:

- 15 blocos cerâmicos com dimensões (9 x 19 x 39 cm).
- 0,0072  $m^3$  ou 13,68 Kg de argamassa mista de cimento, cal hidratado e areia.

#### 6.3.2 Custos da Produção de argamassa em obra

Devido ao grande número de obras que a construtora tem em todo o país há uma variação de preço da argamassa industrializada dependendo da região onde esta sendo feita a obra, devido a isso a argamassa e o concreto utilizado nas obras são específicos de cada uma, por decisão do Engenheiro supervisor a argamassa utilizada na obra em estudo vai ser produzida no local.

Os cálculos abaixo foram feitos considerando um período de 30 dias.

A tabela 8 demonstra quais os profissionais com as quantidades necessárias para produção de argamassa utilizada no serviço de alvenaria já com o custo mensal, considerando os encargos pagos pela empresa, também mostra o custo mensal de locação dos e equipamentos utilizados.

Tabela 8: Custos mensal de mão de obra e equipamentos.

<b>Mão de Obra</b>			
Profissionais	Quantidade	Salário + encargos (85%)	Total
Operador de Betoneira	1	R\$ 2.207,05	R\$ 2.207,05
Operador de Maquina	1	R\$ 2.207,05	R\$ 2.207,05
Servente	3	R\$ 1.798,94	R\$ 5.396,82
Sub Total			R\$ 9.810,92
<b>Equipamento</b>			
Equipamento	Quantidade	Aluguel mensal	Total
Betoneira	2	R\$ 250,00	R\$ 500,00
Dumper + Combustível	1	R\$ 2.500,00	R\$ 2.500,00
Energia	1	R\$ 680,00	R\$ 680,00
Sub Total			R\$ 3.680,00
<b>Total</b>			<b>R\$ 13.490,92</b>

Fonte: o Autor

A tabela 9 indica a quantidade de material que é usado no traço da argamassa e o preço de cada um.

Tabela 9: Custo e Volume do Traço de Argamassa

<b>Material</b>			
Quantidade	Material	Volume (m <sup>3</sup> )	Preço
1	Cimento CP III 40 50 kg	0,05	R\$ 17,50
2	Cal Hidratada CH III 15 Kg	0,04	R\$ 13,60
12	Lata de 20L Areia Media	0,24	R\$ 9,50
<b>Total</b>		<b>0,33</b>	<b>R\$ 40,60</b>

Fonte: o Autor

Utilizando os dados da tabela 9 calculou-se o custo da mão de obra e equipamentos por m<sup>3</sup> de argamassa produzida, foram considerando 22 dias trabalhados e uma media de 24,5 m<sup>3</sup> de argamassa produzida por dia.

- $R\$ 13.490,92 \div 22 \text{ dias} = R\$ 613,22 \text{ por dia}$
- $R\$ 613,22 \div 24,5 \text{ m}^3 = R\$ 25,02 \text{ por m}^3 \text{ de argamassa}$



Utilizando os dados da tabela 9, o custo de material gasto no  $m^3$  de argamassa é:

- $R\$ 40,60 \div 0,33 m^3 = R\$ 123,03 m^3 \text{ de argamassa}$

Somando o custo da mão de obra, equipamentos e material temos o valor do  $m^3$  de argamassa produzida em obra.

- Mão de Obra e Equipamentos = R\$ 25,02
- Material = R\$ 123,03
- Total do  $m^3$  de argamassa = R\$ 148,05

### 6.3.3 Custo do $m^2$ de alvenaria

O custo do  $m^2$  de alvenaria foi calculado através de dados obtidos no decorrer dos resultados acima e com algumas informações de setores da empresa:

- $15 \text{ blocos ceramico} \times R\$ 0,55 \text{ preço do bloco} = R\$ 8,25$
- $0,0072 m^3 \text{ de argamassa} \times R\$ 148,05 \text{ preço } m^3 \text{ da argamassa} = R\$ 1,07$
- $0,82 H/h \text{ Pedreiro} \times R\$ 21,66 \text{ Preço da homem/hora} = R\$ 17,76$
- $0,82 H/h \text{ Servente} \times R\$ 14,21 \text{ preço do Homem/hora} = R\$ 11,65$
- $\text{Custo para executar } m^2 \text{ de alvenaria} = R\$ 38,73$

Com o custo do  $m^2$  de alvenaria calculado e tendo acesso ao orçamento inicial da obra pude fazer a comparação do custo previsto no orçamento x realizado na obra.

- Custo do  $m^2$  de alvenaria previsto no orçamento = R\$ 28,00
- Custo do  $m^2$  de alvenaria realizado na obra = R\$ 38,73

#### 6.4 Análise dos resultados

Neste trabalho optou-se em medir o índice de produtividade da mão de obra e levantar o custo do m<sup>2</sup> de alvenaria praticado no canteiro de obra. Assim notou-se que o índice de produtividade está alto comparado com a TCPO14, e o custo do m<sup>2</sup> de alvenaria está 37,65% mais caro do que previsto no orçamento, podemos observar também que o custo da mão de obra corresponde a 76,31% do m<sup>2</sup> do serviço de alvenaria, uma porcentagem alta que pode ser abaixada.

Foi possível analisar também que o principal fator que atrapalha diretamente na variação da RUP diária e a falta de material na frente do ponto de trabalho, isso não acontece na obra, porque a logística de abastecimento de material é bem planejada. Porém outros fatores influenciadores acontecem com frequência na obra interferindo prejudicando a produtividade.

Após essas análises, os resultados obtidos foram apresentados ao engenheiro da obra, para que seja de seu conhecimento o que está acontecendo em relação ao custo do m<sup>2</sup> de alvenaria da obra, depois de analisar os resultados o engenheiro convocou várias reuniões para tratar do assunto e solucionar o problema, em umas dessas reuniões com base ao incentivo financeiro para a mão de obra direta, surge a ideia de fazer uma premiação por produção. Onde é colocado um mínimo de execução de m<sup>2</sup> de alvenaria por mês, e após atingir esse mínimo a partir daí o pedreiro e o servente ganham um valor determinado a mais que o salário, ao determinar o mínimo de m<sup>2</sup> de alvenaria que tem que ser executado é definido assim o índice de produtividade para que atinja o custo do orçamento.

## 7 CONCLUSÃO

A realização deste estudo permitiu uma enorme visão de uma das inúmeras atribuições que um Engenheiro deve exercer dentro de um canteiro de obra.

Presente diariamente no canteiro de obras foi possível acompanhar o processo produtivo e os recursos utilizados para o rendimento na produtividade da mão de obra no serviço de alvenaria de vedação.

Foram detectados alguns fatores importantes que também influenciam na produtividade como: a falta de qualidade na mão da obra dos funcionários, rotatividade no serviço, erro na execução, organização e limpeza no ponto de trabalho. Concluiu-se que quanto maior a variação da RUP diária, maior é a interferência de fatores prejudiciais à produtividade e que o grande objetivo é a diminuição dos efeitos prejudiciais que vão ajudar na obtenção de um valor menor da RUP potencial.

Diante dos resultados da tabela 9, o índice de produtividade encontrado, está maior que o índice de produtividade da TCPO14, onde implica em dizer que a produtividade da obra mão de obra no serviço de alvenaria de vedação está lenta.

De acordo com o estudo e dados apurados através de cálculos da produtividade de mão de obra no serviço de alvenaria de vedação, pode-se dizer que 76,31%, corresponde ao custo total da mão de obra no serviço, um dado nada favorável para empresa já que isso implica no lucro final. Sendo assim, a medida tomada para diminuir o custo do m<sup>2</sup> de alvenaria praticado no canteiro de obra foi um mínimo de execução de m<sup>2</sup> de alvenaria por mês, atingindo esse mínimo, o pedreiro e o servente, ganham um valor determinado a mais no salário.

Desse modo conclui-se que o estudo foi de grande valia, já que foi possível ter uma visão de que a mão de obra no serviço de alvenaria está gerando uma situação desfavorável e que o mesmo poderá ser aplicado em outros setores para saber qual a real situação.

## 8 REFERÊNCIAS

- DANTAS, J.D.F. **Produtividade da mão de obra – Estudo de caso: métodos e tempos na indústria da construção civil no subsetor de edificações na cidade de João Pessoa – PB.** João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2011.
- FORMOSO, C. T. et. al. **Planejamento e controle da produção em empresas de construção.** Porto Alegre: UFRGS, 2001.
- LIMMER, Carl V. **Planejamento, orçamento e controle de projetos e obras. Rio de Janeiro: LTC, 2013.**
- MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos.** São Paulo: Pini, 2010.
- PALIARI, José Carlos. **Método simplificado para prognóstico do consumo unitário de materiais e da produtividade da mão de obra.** São Paulo: EPUSP, 2008
- SANTOS, D. e G., SAFFARO, F. A., BRESSIANI, L., HEINECK, L.F.M. **Índices de Produtividade: Determinação de Intervalos de Dados Disponíveis na Literatura.** III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. Universidade Federal de São Carlos. São Paulo, 2003
- SILVA, M. A. C. **Gestão da produtividade. In: Qualidade e Produtividade na Construção Civil.** São Paulo, EPUSP-ITQC, 1993.
- SOUZA, U.E.L. de. **Estudo da produtividade da mão de obra no serviço de fôrmas para estrutura de concreto armado.** 15p. – São Paulo: EPUSP, 1996.
- SOUZA, U.E.L. **Como aumentar a eficiência da mão-de-obra: manual de gestão da produtividade na construção civil.** São Paulo: Pini, 2006.
- TCPO, **Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos.** 14. Ed. – São Paulo: Pini, 2012.
- TISAKA, Maçahico, **Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução,** 2. Ed, São Paulo: Pini, 2011

## ANEXOS

## Anexo A – Apontamento Diário

## Apontamento Diário

Nome do Funcionario:

Chapa:

Mês:

Dia	Equipe	Descrição do serviço	Quantidade de Serviço (Qs)	Início (H)	Término (H)	Intervalo (H)	Quantidade de Hora Trabalhada
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							

Anexo B – Projeto Arquitetônico