



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**AVALIAÇÃO DA RAZÃO UNITÁRIA DE
PRODUÇÃO DE UMA OBRA DA CIDADE DE
UBERLÂNDIA - MG**

Aluna: Camila Guimarães Crosara Bastos

Matrícula: 11521ECV033

Professor Orientador: Dogmar Antônio de Souza Júnior

Uberlândia, 10 de dezembro de 2020.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me proporcionado condições de chegar até aqui, aos meus pais, Rogério e Cristiane, que sempre incentivaram e torceram pelos meus sonhos, me proporcionando todo suporte necessário para minha formação e crescimento.

As minhas irmãs, que sempre me apoiam em minhas decisões, e são parceiras no meu dia a dia, agradeço também a meus avós, tios, primos e toda minha família e amigos que estiveram ao meu lado durante todo esse período necessário à minha formação.

Aos meus amigos e companheiros de sala que ajudaram nos obstáculos enfrentados na faculdade e que me apoiaram e me incentivaram diariamente.

Por fim, ao professor Dogmar, que me orientou e apoiou durante o período de conclusão da faculdade, auxiliando na execução desse trabalho e sendo fundamental para a conclusão de um ciclo em minha vida.

RESUMO

Com o crescimento do mercado da construção civil é muito importante que as empresas desse setor aumentem constantemente sua competitividade. Para isso elas precisam reduzir os custos com os materiais e mão de obra, além de melhorar seus processos produtivos. No entanto, antes de proporem alterações nos procedimentos de execução dos serviços, primeiro é necessário medir a produtividade de sua equipe, para assim estudar e implementar as possíveis melhorias. Dentro deste contexto esse trabalho propõe avaliar os índices de produtividade de alguns serviços executados por uma construtora. O índice escolhido foi a razão unitária de produção dos serviços de alvenaria de vedação com blocos cerâmicos, chapisco e emboço (massa única). Por fim, também foi feita uma análise comparativa dos valores obtidos com aqueles disponíveis na Tabela de Composições e Preços para Orçamentos (TCPO) e no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI).

Palavras-chave: produtividade; razão unitária de produção; planejamento.

ABSTRACT

With the growth of the civil construction market, it is very important that companies in this sector constantly increase their competitiveness. For that they need to reduce material and labor costs, and improve their processes productive. However, before proposing changes in the procedures for the execution of services, it is first necessary to measure the productivity of your team, in order to study and implement as possible improvements. Within this context, this work proposes to evaluate the productivity indexes of some services available by a construction company. The index chosen was the unitary production rate of sealing masonry services with blocks ceramic tiles, roughcast and plaster (single mass). Finally, an analysis was also made comparative of the values sought with those available in the Budgeting Price Composition Table (BPCT) and the National System of Research on Costs and Indices of Civil Construction (NSRCICC).

Key words: Productivity, Unit production rate, Planning.

Lista de Figuras

Figura 1 – Diferentes abrangências do estudo da produtividade	8
Figura 2 - Gráfico de distribuição das RUPs.....	10
Figura 3 – Diferentes abrangências quanto à mão de obra contemplada.....	11
Figura 4 – Planta de implantação	14
Figura 5 – Execução de alvenaria em blocos cerâmicos.....	16
Figura 6 – Gráfico de distribuição das RUP's para os pedreiros no serviço de alvenaria	18
Figura 7 – Gráfico de distribuição das RUP's para os serventes no serviço de alvenaria	18
Figura 8 – Gráfico de distribuição das RUP's para os pedreiros e serventes no serviço de chapisco	20
Figura 9 – Gráfico de distribuição das RUP's para pedreiros e serventes no serviço de emboço	22
Figura 10 – Comparativo dos índices de produtividade para pedreiros	23
Figura 11 - Comparativo dos índices de produtividade para serventes.....	24
Figura 12 – Canteiro de obra	24

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Exemplo de planilha utilizada para coleta de dados	15
Tabela 2 - Resumo do cálculo e resultado das RUP's oficial	15
Tabela 3 - Resumo do cálculo das RUP's dos pedreiros para o serviço de alvenaria.....	17
Tabela 4 - Resumo do cálculo das RUP's dos serventes para o serviço de alvenaria	17
Tabela 5- Resumo do cálculo das RUP's para os pedreiros e os serventes para o serviço de chapisco	19
Tabela 6- Resumo do cálculo das RUP's para pedreiros e serventes para o serviço de emboço	21
Tabela 7 – Comparativo dos índices de produtividade para pedreiros	22
Tabela 8 – Comparativo dos índices de produtividade para serventes	23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1 Produtividade.....	7
2.2 Razão Unitária de Produção - RUP	9
2.3 Canteiro de Obras.....	11
2.4 Base de dados da TCPO e SINAPI.....	12
3 MÉTODO.....	13
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
4.1 Alvenaria de Vedação	16
4.2 Serviço de Chapisco	19
4.3 Serviço de Emboço	20
4.4 Discussão dos resultados.....	22
5 CONCLUSÃO.....	25
REFERENCIAS.....	26

1 INTRODUÇÃO

Sempre que a indústria da construção civil está em alta há um aumento da competitividade entre as empresas e com isso tem-se maior desenvolvimento de novas tecnologias. Por esse motivo, para que as empresas se mantenham fortes no mercado, elas precisam melhorar seus índices de produtividade, e assim reduzir seus custos com mão de obra e materiais por meio do aperfeiçoamento de seus processos construtivos.

De acordo com Dantas (2011), para se melhorar um processo é preciso maximizar a produção, e considerar como desperdício não apenas os rejeitos materiais, mas também a mão de obra e qualquer outra perda que pode ocorrer num processo. Como a mão de obra representa um alto custo na construção civil é importante que se tenha o conhecimento da produtividade dos serviços a serem executados no canteiro de obras, para assim mensurar equipes, cronograma de execução e reduzir custos.

Assim, empresas com maior produtividade podem obter maior lucratividade ou ofertar seus produtos e serviços por menores preços (Marder, 2001). Nesse mesmo pensamento, Souza (2006) afirma que o controle da produtividade da mão de obra nas construtoras tem sido usado como base para planejar a construção de uma obra, remanejando trabalhadores e formas de executar os serviços, considerando fatores que determinam a produtividade.

Souza (1996) já alertava com algumas razões que justificavam a escolha da produtividade da mão de obra como um importante objeto de estudo, como o fato de ser o recurso de mais difícil controle, a mão de obra ser o processo onde o maior número de perdas é percebido, e por influenciar diversas atividades.

Para Araújo (2000), os principais fatores que influenciam os índices de produtividade são as condições do canteiro de obras, os métodos construtivos e o gerenciamento de projetos e pessoas. E para as empresas, ter conhecimento sobre esses índices permite fazer avaliação do desempenho das equipes e assim detectar falhas que influenciam no aumento ou diminuição dos indicadores e com isso realizar melhorias no processo, priorizando certas ações, colocando metas e fazendo um planejamento estratégico.

Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo analisar a razão unitária de produção (RUP) de três serviços de uma construtora de pequeno porte. Os serviços escolhidos foram: alvenaria de vedação, chapisco e emboço. De posse dos resultados obtidos buscou-se realizar uma comparação destes valores com os índices apresentados na Tabela de

Composições e Preços para Orçamentos (TCPO) e no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O setor da construção civil historicamente passa por períodos de crescimento mais acentuados, principalmente, quando o governo federal implementa investimentos substanciais na infraestrutura do país. Nos períodos de crise econômica, este setor tende a sofrer mais com os cortes de investimento. Seja num ou noutro período, as empresas que atuam nesse segmento procuram investir em novas tecnologias e métodos construtivos para reduzirem seus custos e acelerarem a produção. Diante desse cenário, as empresas da construção veem a necessidade de fazer uma análise na sua forma de executar obras e identificar áreas que podem ser melhoradas e assim fazer um plano de ação que melhore seu desempenho.

Segundo Alves (2008) o planejamento dos sistemas produtivos é uma das tarefas mais importantes a ser realizada antes do início de uma obra. Um bom planejamento permite conhecer a obra, detectar falhas, tomar decisões que melhorem a produtividade e qualidade dos serviços, e identificar pontos de desperdício que podem ser corrigidos.

Basicamente, uma obra requer três tipos de recursos na sua execução: material, equipamentos e mão de obra. Este último tem uma grande representatividade nos custos totais de uma obra e por isso precisam ser utilizados eficientemente evitando desperdícios. Numa obra, a busca pela otimização dos processos executivos faz da mão de obra um elemento fundamental deste processo nas empresas do setor da construção civil (SENA; XAVIER, 2001). Obviamente, para a otimização no uso dos recursos faz-se necessário medir a produtividade de uma construção para num primeiro momento comparar com o desempenho de outras empresas do segmento e em seguida, identificar e corrigir as falhas nos processos executivos a fim de melhorar os índices de produtividade da empresa.

2.1 Produtividade

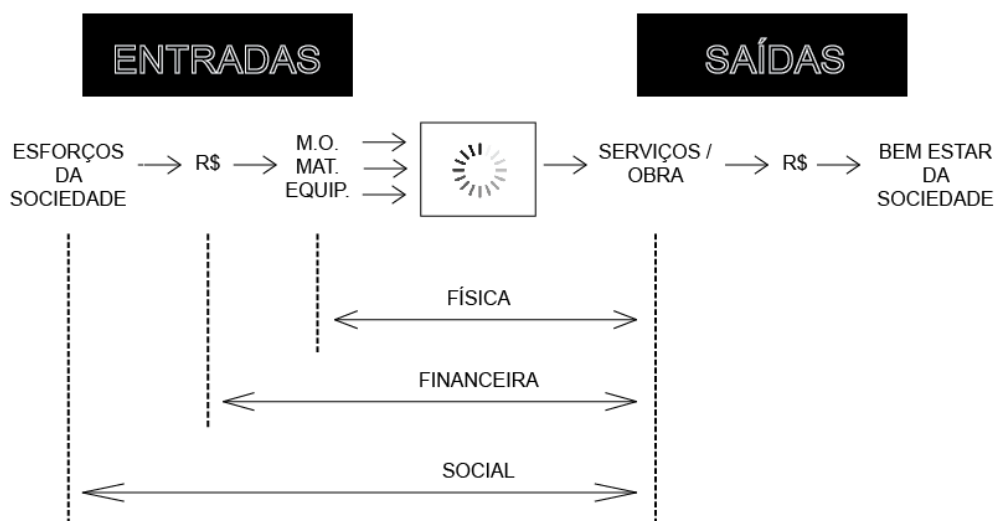
Com o mercado da construção crescendo cada vez mais, as empresas têm procurado reduzir seus custos para se tornarem mais competitivas. Maruoka e Souza (1999) já chamava a atenção para a importância da produtividade e da qualidade na execução de obras a fim de que as empresas de construção civil continuassem a existirem no mercado. Para tanto, é necessário o investimento contínuo para melhorarem os índices de desempenho,

racionalização dos processos construtivos e otimização de recursos financeiros, humanos e físicos.

Os custos de uma obra podem ser divididos em: materiais, equipamentos e mão de obra. Considerado os sistemas construtivos mais empregados no Brasil constata-se que grande parte dos custos de uma construção está associado a mão de obra, por isso é muito importante mensurar e controlar a sua produtividade. De acordo com Souza (2006) conhecer a produtividade de um serviço pode contribuir com políticas para reduzir custos e aumentar a motivação no ambiente de trabalho.

Para Oliveira e Sabbatini (2002), a produtividade é analisada considerando o recurso empregado na transformação de insumos em produtos, podendo ser físico (uso de materiais, equipamentos e mão de obra), financeiro (quantidade de dinheiro usufruído) ou social (esforço da sociedade), como ilustrado na Figura 1. Para Souza (1998) e Paliari (2007) a produtividade está relacionada a entradas e saídas de um processo, considerando a eficiência da mão de obra, em transformar o esforço humano e materiais em produtos da construção.

Figura 1 – Diferentes abrangências do estudo da produtividade



Fonte: Adaptado de Souza (2000)

Dantas (2011) aponta alguns fatores que podem afetar a produtividade: projeto (relações de dependência entre os serviços, complexidade de execução), ambiente físico (temperatura, umidade e eventos climáticos), ambiente social (motivação e valorização do trabalho), recursos (falta de material, logística de transporte, desperdício, treinamentos das equipes).

Enfim, a produtividade está relacionada à quantidade de serviço executado em determinado tempo, associando insumos ao que foi produzido, referente a empregados (mão

de obra), tempo de execução da atividade, transporte dos insumos, relacionado a outros fatores, (clima, temperatura, experiência do funcionário, idade, etc.), materiais e equipamentos empregados. O monitoramento e controle eficiente da produtividade dos serviços executados permite ao gestor comparar os resultados obtidos numa mesma obra ou em obras diferentes, desenvolver e aprimorar métodos construtivos, prever a mão de obra necessária e a duração dos serviços.

Embora importante, medir a produtividade de serviços numa obra não é tarefa fácil devido aos diversos fatores que podem influenciar nos resultados e que são intrinsicamente associados as características da construção civil, tais como: qualidade da mão de obra, características variáveis de fábrica ou canteiro de obras, falta de padronização dos métodos construtivos, entre outros. Souza (1996) já alertava sobre a necessidade da padronização no momento de mensurar a produtividade para não se obter resultados divergentes. O mesmo autor afirmava que era necessário criar regras para que não sejam adotados métodos distintos para uma mesma situação. Sem isso, não é possível alcançar resultados compatíveis e que permitam a comparação com outros valores. Neste contexto, Souza (1996) mesmo autor sugeriu a utilização do indicador chamado Razão Unitária de Produção para medir a produtividade da mão de obra na construção civil.

2.2 Razão Unitária de Produção - RUP

A Razão Unitária de Produção é um indicador de produtividade que relaciona a quantidade de horas consumidas de recursos humanos para a execução de uma unidade de serviço (SOUZA, 1996). Segundo o mesmo autor para o cálculo da RUP, deve-se padronizar as entradas de cálculo, que são: a quantidade de homens hora; a quantificação do serviço; e a definição do período de mensuração dos quais os dados de entrada e saída se referem.

Segundo o Programa de Indicadores de Desempenho (PROGRIDE, 2012) para o cálculo da RUP (Hh/m²), inclui-se em homens-hora (Hh) a quantidade direta de operário (pedreiros e serventes, por exemplo) e por quanto tempo se dedicaram ao serviço produzido. Para análise do tempo dedicado considera as horas disponíveis para o trabalho, desconsiderando horário de almoço e intervalo e em casos de horas extras, as mesmas devem ser consideradas. A fórmula usada para o cálculo da RUP está apresentada na Equação 1.

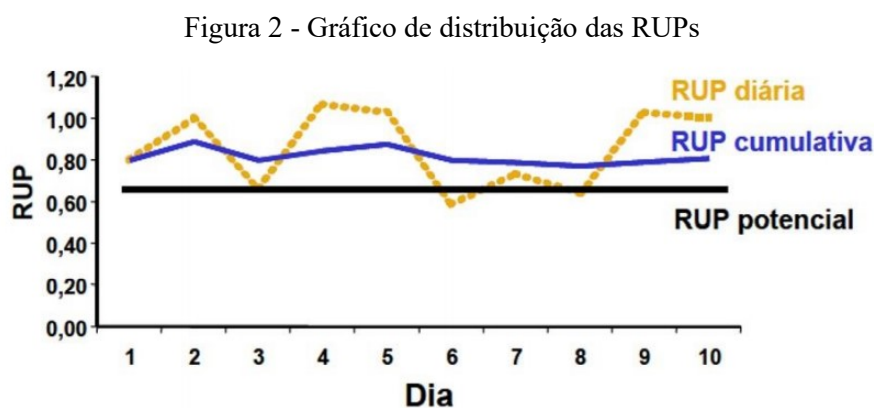
$$RUP = \frac{H.h}{Q_s} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

- RUP – Razão Unitária de Produção;
- H – Quantidade de homens executando o serviço;
- h – Número de horas trabalhadas;
- Qs – Quantidade de serviço executado.

Quanto menor for o valor da RUP calculada, maior será a produtividade no serviço. Analisando a Equação 1 pode-se dizer também que quanto menor a RUP, menor é o tempo trabalhado (Hh) e maior é a quantidade de serviço executado.

Para Carraro e Souza (1998), a RUP cumulativa, é formada pela produtividade ocorrida tanto em dias bons, quanto em dias ruins. Pode-se dizer que qualquer valor superior ao da RUP cumulativa representa um dia de baixa produtividade enquanto valores da RUP diária inferiores ao valor da RUP cumulativa, indicam dias de boa produtividade. As RUP's cumulativas refletem a eficiência acumulada ao longo de todo o período de execução do serviço, considerando tanto os melhores dias de trabalho, como os menos produtivos. Ressalta-se que quanto maior o valor da RUP menor é a eficiência. Na Figura 2 é apresentada a ilustração das RUPs, diária, cumulativa e potencial, de um serviço hipotético.



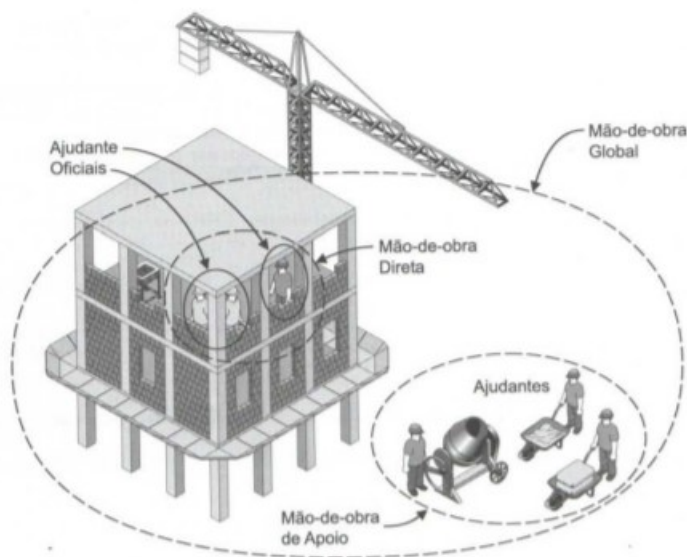
Fonte: Souza (2006)

Souza (2006) explica que a RUP pode ser mensurada com base diária RUP_d , sendo ela obtida com valores diários ou cumulativa RUP_{cum} , que é relacionada aos valores acumulados do primeiro ao último dia da análise. Podendo-se definir a potencial RUP_{pot} , como valores de RUP_d alcançáveis, calculada como a mediana das RUP_d que se apresentam abaixo do valor da RUP_{cum} ao final do período estudado.

O mesmo autor ainda destaca que existem os pedreiros oficiais que estão diretamente envolvidos na produção final do serviço, os ajudantes que os auxiliam diretamente e operários que dão apoio à distância com relação ao grupo direto, como ilustrado na Figura 3. Sendo assim, criam-se algumas possibilidades para a definição de mão de obra contemplada, são elas:

- RUP oficiais – que se avalia a produtividade dos oficiais;
- RUP direta – que se associa à produtividade da mão de obra direta;
- RUP global – que se avalia a produtividade da mão de obra global, e é importante informar a equipe que está sendo considerada no cálculo.

Figura 3 – Diferentes abrangências quanto à mão de obra contemplada



Fonte: Souza (2006)

2.3 Canteiro de Obras

Uma variável importante e que afeta significativamente a produtividade da mão de obra na construção civil é o canteiro de obras. De acordo com a ABNT NBR 12.284:1991, o canteiro de obras pode ser definido como o conjunto de “áreas destinadas a execução e apoio dos trabalhos da indústria da construção, dividindo-se em área operacionais e área de vivência”.

Planejar o *layout* do canteiro de obras é organizar os materiais, equipamentos e instalações necessárias na construção de forma que os mesmos não prejudiquem a circulação

de pessoas, e de materiais, o acesso aos equipamentos de combate a incêndio e as saídas de emergência (CAMPELLO 1997). É utilizar o espaço físico disponível de maneira que seja fácil a integração dos trabalhadores, materiais e equipamentos, minimizando o deslocamento de materiais, desperdício em remanejamento e retrabalhos.

Um layout exemplar é aquele que agrada tudo que está envolvido no processo, resultando na simplificação geral, minimização de custos e movimentação de materiais, alta rotatividade do trabalho, utilização completa do espaço, satisfação e segurança dos funcionários e estimula a utilização efetiva da mão de obra.

De acordo com Drywall (2009) e Pinheiro (2012), uma boa gestão do canteiro de obras tem como objetivo gerar melhor qualidade, maior produtividade, contribuir para a diminuição de acidentes de trabalho e reduzir custos de produção e de geração de resíduos e é imprescindível para o desenvolvimento das atividades.

A disposição (*layout*) do canteiro deve ser bem estudada, pois são muitos e diferentes materiais que entram e saem e que devem ser armazenados em locais de fácil acesso. Esses materiais muitas vezes precisam ser transportados para o local de processamento e em seguida transportados novamente para o local de aplicação. Portanto, a organização do canteiro de obras deve ser pensada de forma a reduzir a movimentação horizontal de materiais, evitar a falta destes nas frentes de serviços e com isso gerar uma maior produtividade. Manter o canteiro limpo e organizado também é importante para a logística dos materiais.

Além disso, Pinheiro (2012) afirma que o planejamento do canteiro de obras traz benefícios no tempo de locomoção de trabalhadores, no custo do deslocamento dos materiais, influenciando na realização das atividades e consequentemente na produtividade global da obra e dos serviços. A função do planejamento é prever e evitar problemas que possam prejudicar o andamento da obra, organizando e distribuindo os elementos que compõem o canteiro, o que resulta em menores interferências entre sistemas (FREITAS, 2009).

2.4 Base de dados da TCPO e SINAPI

O desenvolvimento de programas computacionais e banco de dados com informações voltadas para o processo de planejamento de obras tem grande impacto na engenharia, pois facilita a busca de referências para realização de orçamentos e cronogramas. Muitos profissionais da área buscam como subsídio para a elaboração de um orçamento o banco de dados SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), a TCPO (Tabela de Composição de Preços para Orçamentos), entre outros.

De acordo com Rocha (2012), alguns programas e tabelas contêm praticamente todos os valores necessários para realização do orçamento de obras e proporciona composições de preços unitários de serviços da construção civil. As composições apresentam a descrição do serviço, seus componentes, denominados insumos, a unidade de medida de cada um e os seus respectivos consumos.

O objetivo no desenvolvimento das Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos – TCPO (ano) é aprimorar o conhecimento sobre as faixas de produtividade em diferentes empresas e em várias tipologias de construção (PINI, 2017). Para isso foram realizadas coletas de vários dados para a determinação das tabelas de "Produtividade Variável" e com essas informações tratadas e elas foram apresentadas através da TCPO.

O SINAPI foi criado em 1969, em parceria com o Banco Nacional de Habitação, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), e a Caixa Econômica Federal - CEF adotou como referência para obras habitacionais e conta com a inclusão de bancos de referências de custos advindos de outras instituições públicas. Ele passou a ser utilizado como balizador para empreendimentos habitacionais e para outros empreendimentos financiados com recursos do Fundo SINAPI (2015).

Embora, estejam disponíveis na literatura a tabela SINAPI e a TCPO, é importante que cada construtora determine seus índices de produtividade de maneira a aproximar seus resultados nos processos de planejamento de custo e cronograma do que é de fato realizado em obra. Além disto, é importante comparar os índices de produtividade alcançados pela construtora com os coeficientes de produtividade obtidos na TCPO e na SINAPI, a fim de mensurar a eficiência da empresa em relação a esses valores médios.

3 MÉTODO

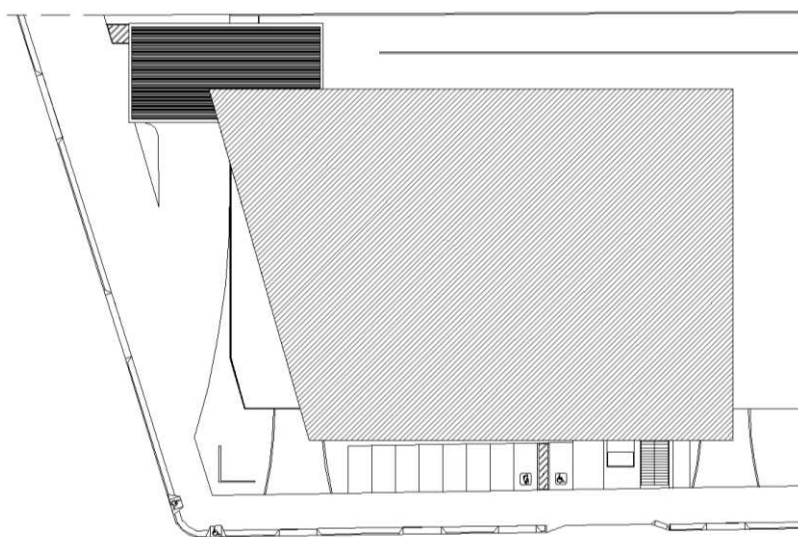
O objetivo deste trabalho é determinar a razão unitária de produção de três serviços considerados significativamente importantes numa obra pelo volume de serviços que normalmente apresentam. Para isso, foi realizada uma pesquisa na literatura (textos, trabalhos acadêmicos e publicações científicas) abrangendo o tema do trabalho proposto. Em seguida decidiu-se abordar a temática com uma pesquisa do tipo exploratória.

O estudo da arte sobre RUP foi fundamental para adquirir um conhecimento teórico e uma visão geral sobre o tema que permita a interpretação dos resultados e a identificação de fatores que possam os influenciar.

Para facilitar a obtenção dos dados que seriam utilizados nos cálculos da RUP buscou-se autorização para coletar as informações de produção necessárias de uma obra em execução por uma construtora de pequeno porte atuante na cidade de Uberlândia. Os dados foram extraídos da execução de um Centro de Convenções e para a coleta de dados foi observada as etapas construtivas e serviços em execução no momento da análise, sendo eles: chapisco, emboço e alvenaria.

Os dados foram coletados de 5 Outubro até 27 de novembro de 2020, durante a execução do centro de convenções. Ressalta-se que a obra foi iniciada em maio de 2019 e tem previsão de ser finalizada em setembro de 2021, e conta com uma área de 3,5 mil metros quadrados, sendo 10 mil metros quadrados de área construída. A edificação é composta de dois subsolos, que contam 200 vagas, pavimento térreo que é um espaço para realizar exposições, primeiro pavimento, destinado a festas e composto por uma cozinha profissional, camarins e banheiros e por fim o segundo pavimento (terraço), local onde também é destinado para a realização de eventos. A obra foi feita em estrutura metálica e a vedação em blocos cerâmicos e sical. Dos serviços analisados ao todo foram realizados 5338,74 m² de alvenaria de vedação e 9133,49 m² de chapisco e emboço. Parte do projeto de implantação da obra pode ser analisada na Figura 4.

Figura 4 – Planta de implantação



Fonte: Projeto disponibilizado pela construtora (2019)

Para o levantamento dos dados foram elaboradas planilhas para preenchimento manual no local da obra - Tabela 1. Para cada dia de serviço era anotado a quantidade de trabalhadores oficiais disponíveis para o serviço, as horas trabalhadas por cada trabalhador

(considerou-se 8 horas e meia trabalhadas, sendo elas das 7:15 às 11:00, das 12:00 às 15:00 e das 15:15 às 17:00), a quantidade de serviço executado no dia e o local onde foi realizado.

Tabela 1 – Exemplo de planilha utilizada para coleta de dados

Data	Serviço	Quantidade Serviço Executado	Quantidade Trabalhadores	Local

Fonte: Autor (2020)

Substituindo os dados coletados diariamente na Equação 1 foi possível calcular a Razões Unitárias de Produção diária (RUP - diária), a RUP - média, e as RUP cumulativas obtida pelos valores acumulados do primeiro ao último dia da análise. Com esses dados também foi possível encontrar a RUP potencial, que são valores de RUP alcançáveis, calculada como a mediana das RUP_d que se apresentam inferiores a RUP_{cum} , Para cada serviço avaliado foram elaboradas tabelas como a ilustrada na Tabela 2.

Tabela 2 - Resumo do cálculo e resultado das RUP's oficial

Dia	Qs (m²)	Hh	RUP diária (Hh/m²)	Qs cum (m²)	Hh cum	RUP cum (Hh/m²)	Rup pot (Hh/m²)	Rup média (Hh/m²)

Fonte: Autor (2020)

Após o cálculo da Razão Unitária de Produção para cada serviço fez-se uma comparação dos valores obtidos em obra com os valores disponíveis no SINAPI e na TCPO. Por fim, foi feita uma análise geral das condições de produção da obra na tentativa de justificar as discrepâncias encontradas e propor ações de melhoria para os processos executivos dos serviços.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados utilizados no cálculo da razão unitária de produção dos serviços de alvenaria de vedação, chapisco e emboço foram coletados nos meses de outubro e novembro de 2020. O chapisco e o emboço foram executados nas caixas de escada e paredes de todos os pavimentos

e a alvenaria nos fechamentos de cômodos, escadas e outros. Os resultados obtidos serão apresentados e discutidos a seguir.

4.1 Alvenaria de Vedação

O serviço de alvenaria de vedação foi executado com bloco cerâmico de 9 furos de dimensões $11,5 \times 19 \times 29$ cm e argamassa mista de cimento, cal e areia (traço 1:0,5:6) produzida em obra para assentamento dos blocos. Os equipamentos necessários para o assentamento e transporte foram colher de pedreiro, carrinho de mão, balde e caixotes para armazenamento, para o alinhamento usou-se mangueira de nível, linha de nylon, prumo e nível de mão. A altura das paredes executadas variavam de 1 m à 8 m, sendo necessário a montagem de andaimes para as paredes com altura acima de 1,50 m, como pode ser observado na Figura 5. A equipe considerada para a medição da produtividade contava com três pedreiros e dois serventes e a apropriação de dados foi realizada em dez dias de trabalho.

Figura 5 – Execução de alvenaria em blocos cerâmicos



Fonte: Autor (2020)

Na Tabela 3 e na Tabela 4 são apresentados os dados coletados em obra e os resultados obtidos para as razões unitárias de produção diária, cumulativa, potencial e média, do serviço de alvenaria para pedreiros e serventes, respectivamente. Para a RUP diária os valores apresentaram uma oscilação significativa, de $0,55 \text{ Hh/m}^2$ a $0,93 \text{ Hh/m}^2$ para os pedreiros e de $0,37 \text{ Hh/m}^2$ para $0,62 \text{ Hh/m}^2$ para serventes. A redução da produtividade ocorreu devido ao estrago da mini grua utilizada para subir os materiais para os pavimentos

superiores onde os serviços estavam sendo realizados, e por esse motivo ocorreu um atraso no nono e décimo dia de serviço analisado.

Outro aspecto que influenciou negativamente na produtividade foi que a partir do sexto dia, o serviço começou a ser executado nas caixas de escada, onde as paredes possuíam grandes alturas, e necessitava-se de andaimes. Além disso, o acesso era mais difícil, tornando o trabalho menos produtivo.

Tabela 3 - Resumo do cálculo das RUP's dos pedreiros para o serviço de alvenaria

Dia	Qs (m²)	Hh	RUP diária (Hh/m²)	Qs cum (m²)	Hh cum	RUP cum (Hh/m²)	Rup pot (Hh/m²)	Rup média (Hh/m²)
1	46,03	25,50	0,55	46,03	25,50	0,55	0,56	0,71 (0,15)*
2	45,00	25,50	0,57	91,03	51,00	0,56		
3	44,98	25,50	0,57	136,01	76,50	0,56		
4	40,34	22,50	0,56	176,35	99,00	0,56		
5	37,02	25,50	0,69	213,37	124,50	0,58		
6	29,44	25,50	0,87	242,81	150,00	0,62		
7	35,36	25,50	0,72	278,17	175,50	0,63		
8	32,33	25,50	0,79	310,50	201,00	0,65		
9	24,25	22,50	0,93	334,75	223,50	0,67		
10	28,78	25,50	0,89	363,53	249,00	0,68		

Fonte: Autor (2020)

Tabela 4 - Resumo do cálculo das RUP's dos serventes para o serviço de alvenaria

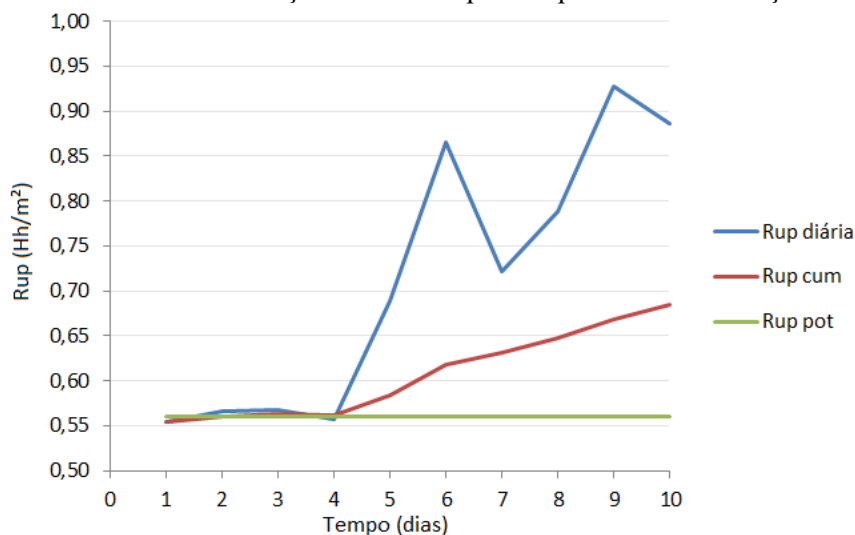
Dia	Qs (m²)	Hh	RUP diária (Hh/m²)	Qs cum (m²)	Hh cum	RUP cum (Hh/m²)	Rup pot (Hh/m²)	Rup média (Hh/m²)
1	46,03	17,00	0,37	46,03	17,00	0,37	0,37	0,48 (0,10)*
2	45,00	17,00	0,38	91,03	34,00	0,37		
3	44,98	17,00	0,38	136,01	51,00	0,37		
4	40,34	15,00	0,37	176,35	66,00	0,37		
5	37,02	17,00	0,46	213,37	83,00	0,39		
6	29,44	17,00	0,58	242,81	100,00	0,41		
7	35,36	17,00	0,48	278,17	117,00	0,42		
8	32,33	17,00	0,53	310,50	134,00	0,43		
9	24,25	15,00	0,62	334,75	149,00	0,45		
10	28,78	17,00	0,59	363,53	166,00	0,46		

Fonte: Autor (2020)

* Desvio Padrão calculado por:
$$Dp = \sqrt{\frac{\sum (xi - x_{medio})^2}{n}}$$

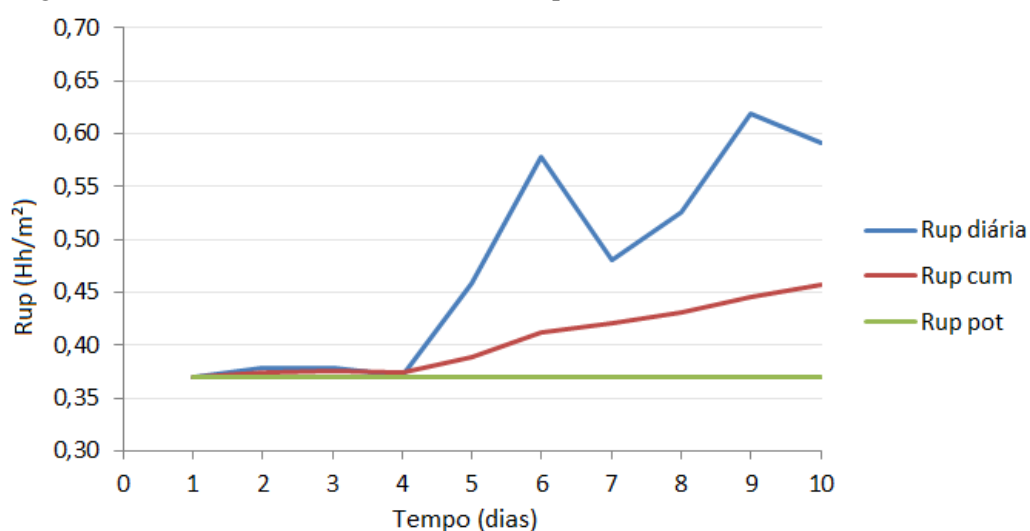
Na Figura 6 e na Figura 7 ilustram-se o comportamento da RUP diária, cumulativa e potencial, ao longo do período de coleta de dados para os pedreiros e os serventes, respectivamente. Analisando essas figuras percebe-se, que as variações diárias diminuem devido à eficiência acumulada em maiores períodos de tempo. Também é notável a oscilação na RUP acumulada, que variou de 0,55 Hh/m² a 0,68 Hh/m² para os pedreiros e de 0,37 Hh/m² a 0,46 Hh/m² para serventes, isso ocorre em função das grandes variações das RUPs diárias, que tiveram um desvio padrão de 0,15 Hh/m² para pedreiros e de 0,10 Hh/m² para serventes. Em razão disso a linha da RUP acumulada cresce gradualmente.

Figura 6 – Gráfico de distribuição das RUP's para os pedreiros no serviço de alvenaria



Fonte: Autor (2020)

Figura 7 – Gráfico de distribuição das RUP's para os serventes no serviço de alvenaria



Fonte: Autor (2020)

A RUP_{pot} calculada para os pedreiros e para os serventes na execução da alvenaria foi de 0,56 Hh/m² e de 0,37 Hh/m², respectivamente. Percebe-se que a equipe precisa manter a produtividade inicial para alcançar esse resultado. E alguns aspectos que podem ser melhorados são: armazenar parte do material que será utilizado no dia seguinte no local onde será realizado o serviço, deixar os pedreiros somente assentando os blocos e deixar somente os serventes encarregados de transportar os blocos e a argamassa e montar os andaimes.

4.2 Serviço de Chapisco

Também foi feita a análise da produtividade na execução do chapisco cuja equipe contava com um pedreiro e um servente, durante um período de 12 dias. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 5 e são os mesmos para pedreiros e serventes. A argamassa utilizada para o chapisco tinha traço de 1:3 (cimento: areia) e para a realização do serviço foram utilizados brocha, colher de pedreiro e carrinho de mão.

Analisando os dados da Tabela 5, observa-se que o dia mais produtivo foi o quarto com RUP de 0,05 Hh/m² para o pedreiro e para o servente, já o pior índice de produtividade aconteceu no sétimo e décimo primeiro dia da análise sendo 0,09 Hh/m² para o pedreiro e para o servente. Nestes dias estava sendo chapiscado áreas menores como banheiros e o bar.

Tabela 5- Resumo do cálculo das RUP's para os pedreiros e os serventes para o serviço de chapisco

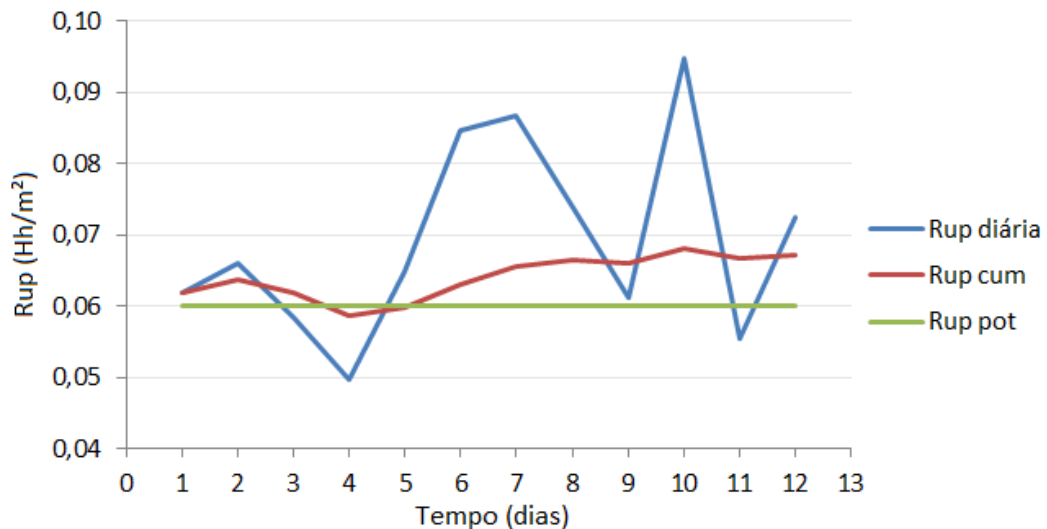
Dia	Qs (m ²)	Hh	RUP diária (Hh/m ²)	Qs cum (m ²)	Hh cum	RUP cum (Hh/m ²)	RUP pot (Hh/m ²)	RUP média (Hh/m ²)
1	137,53	8,50	0,06	137,53	8,50	0,06	0,05	0,07 (0,01)*
2	128,97	8,50	0,07	266,50	17,00	0,06		
3	145,20	8,50	0,06	411,70	25,50	0,06		
4	151,21	7,50	0,05	562,91	33,00	0,06		
5	131,20	8,50	0,06	694,11	41,50	0,06		
6	100,33	8,50	0,08	794,44	50,00	0,06		
7	98,12	8,50	0,09	892,56	58,50	0,07		
8	115,24	8,50	0,07	1007,80	67,00	0,07		
9	122,56	7,50	0,06	1130,36	74,50	0,07		
10	89,75	8,50	0,09	1220,11	83,00	0,07		
11	153,32	8,50	0,06	1373,43	91,50	0,07		
12	117,23	8,50	0,07	1490,66	100,00	0,07		

Fonte: Autor (2020)

* Desvio Padrão calculado por:
$$Dp = \sqrt{\frac{\sum (xi - x_{medio})^2}{n}}$$

Na Figura 8 são ilustradas as RUP cumulativas, potencial e a média para o serviço de chapisco para pedreiro e servente, percebe-se que as RUPs cumulativas possuem valores que variam pouco, de 0,06Hh/m² a 0,07Hh/m².

Figura 8 – Gráfico de distribuição das RUP's para os pedreiros e serventes no serviço de chapisco



Fonte: Autor (2020)

Novamente pela avaliação da Figura 8, percebe-se que a RUP potencial do pedreiro e do servente é aproximadamente 0,05 Hh/m² e pode ser obtida pela equipe, que obteve pouca variação na produtividade como mostra o desvio padrão de 0,01 Hh/m².

4.3 Serviço de Emboço

Para o emboço foi feito o estudo da produtividade durante 16 dias. A equipe responsável por executar o serviço era formada por 2 pedreiros e 2 serventes. A argamassa utilizada possuía traço 1:2:9 (cimento:cal:areia) e era aplicada utilizando colher de pedreiro, brocha e régua de alumínio. Os serventes eram responsáveis pelo transporte da argamassa, utilizando carrinho de mão, montagem e desmontagem de andaimes e limpeza do local onde estava sendo realizado o serviço.

Iniciou-se medindo diariamente a quantidade de área onde foi aplicado o emboço e ao final de cada dia foi analisada a quantidade de trabalhadores disponíveis para a realização do serviço e quantas horas eles trabalharam. Assim foi possível calcular a RUP diária dos pedreiros e dos serventes para a execução do serviço, considerando a jornada de trabalho de 8

horas e 30 minutos por dia. Na Tabela 6 são apresentados os valores encontrados tanto para pedreiro quanto para serventes visto que os dados são iguais para os dois casos.

Tabela 6- Resumo do cálculo das RUP's para pedreiros e serventes para o serviço de emboço

Dia	Qs (m²)	Hh	RUP diária (Hh/m²)	Qs cum (m²)	Hh cum	RUP cum (Hh/m²)	Rup pot (Hh/m²)	Rup média (Hh/m²)
1	46,74	17,00	0,36	46,74	17,00	0,36	0,33	0,35 (0,04)*
2	44,12	17,00	0,39	90,86	34,00	0,37		
3	49,23	17,00	0,35	140,09	51,00	0,36		
4	53,01	17,00	0,32	193,1	68,00	0,35		
5	45,88	15,00	0,33	238,98	83,00	0,35		
6	43,81	17,00	0,39	282,79	100,00	0,35		
7	42,02	17,00	0,40	324,81	117,00	0,36		
8	45,05	17,00	0,38	369,86	134,00	0,36		
9	56,75	15,00	0,26	426,61	149,00	0,35		
10	46,80	17,00	0,36	473,41	166,00	0,35		
11	46,02	17,00	0,37	519,43	183,00	0,35		
12	40,55	17,00	0,42	559,98	200,00	0,36		
13	43,39	17,00	0,39	603,37	217,00	0,36		
14	45,28	15,00	0,33	648,65	232,00	0,36		
15	50,20	17,00	0,34	698,85	249,00	0,36		
16	61,45	17,00	0,28	760,3	266,00	0,35		

Fonte: Autor (2020)

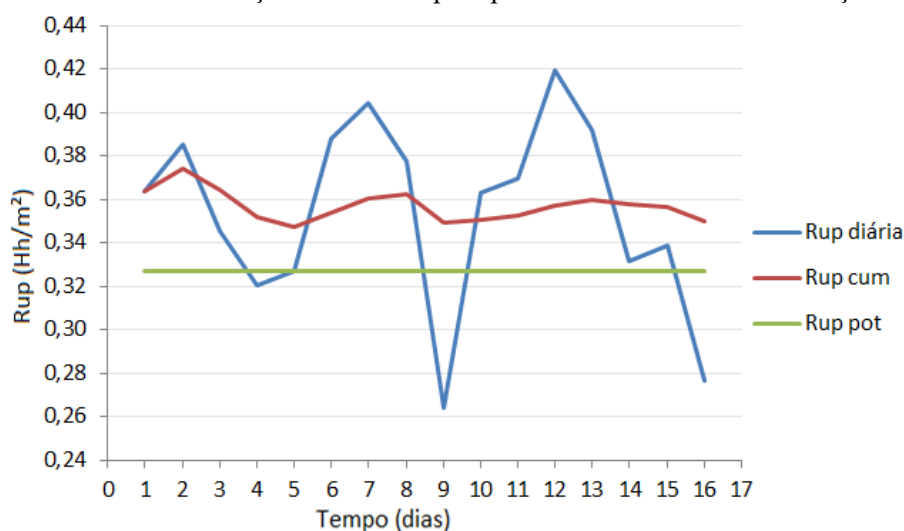
* Desvio Padrão calculado por:
$$Dp = \sqrt{\frac{\sum (xi - x_{medio})^2}{n}}$$

Analisando os dados da Tabela 6 observa-se que a melhor produtividade aconteceu no nono dia analisado, quando foi executado 56,75 m² de emboço e a RUP foi de 0,26Hh/m², e apesar de não ser o dia que fez mais quantidade de serviço, foi a melhor RUP, pois era sexta e eles saíram uma hora mais cedo. No décimo sexto dia eles executaram uma quantidade maior de reboco e obteve uma RUP de 0,28 Hh/m², notou-se que quanto maior as paredes a produtividade também era maior. Já o pior dia de produtividade ocorreu no décimo segundo dia e a RUP foi de 0,42 Hh/m², mas nesse dia não foi observado nenhum fator que possa ter afetado a produtividade da equipe.

No gráfico apresentado na Figura 9 pode-se observar as RUPs diárias, cumulativas e potencial. Percebe-se que a RUP cumulativa teve pouca variação, de 0,35 Hh/m² para 0,37

Hh/m². Nota-se também que a RUP potencial encontrada foi de 0,33 Hh/m², e pode ser alcançada pela equipe, que possui uma boa e constante produtividade ao longo dos dias, tendo um desvio padrão de 0,04 Hh/m².

Figura 9 – Gráfico de distribuição das RUP's para pedreiros e serventes no serviço de emboço



Fonte: Autor (2020)

4.4 Discussão dos resultados

Para realizar a comparação, consideraram-se os índices de referência das composições da TCPO (04211.8.2), (09705.8.12.4) e (09705.8.2) e da SINAPI (87495), (87905) e (87529), referente ao serviço de alvenaria de vedação com bloco cerâmico, chapisco e emboço (massa única).

Na Tabela 7 e na Tabela 8 são apresentadas as produtividades de acordo com as tabelas da TCPO e da SINAPI e a produtividade obtida na obra para pedreiros e para serventes, respectivamente. Observa-se que para o serviço da alvenaria de vedação os índices coletados *in loco* são melhores que os apresentados na literatura sendo 0,71 Hh/m² para os pedreiros da obra, 1,00 Hh/m² para a TCPO e 1,69 Hh/m² para o SINAPI e para os serventes a RUP média foi de 0,48 Hh/m², sendo 1,00 Hh/m² da TCPO e 0,85 Hh/m² do SINAPI.

Tabela 7 – Comparativo dos índices de produtividade para pedreiros

Serviço	Média RUP diária	TCPO	SINAPI
Alvenaria	0,71	1,00	1,69
Chapisco	0,07	0,10	0,18
Emboço	0,35	0,60	0,47

Fonte: Autor (2020)

Tabela 8 – Comparativo dos índices de produtividade para serventes

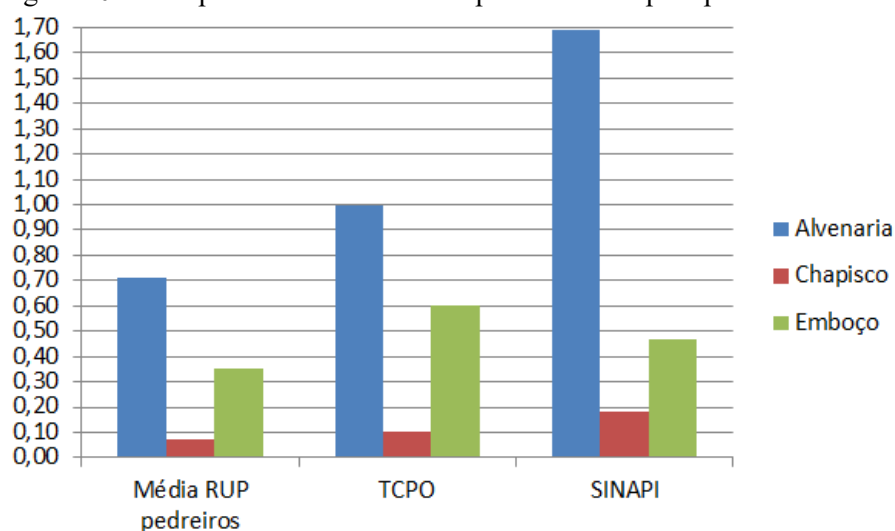
Serviço	Média RUP diária	TCPO	SINAPI
Alvenaria	0,48	1,00	0,85
Chapisco	0,07	0,10	0,09
Emboço	0,35	0,60	0,17

Fonte: Autor (2020)

Na execução do chapisco, os pedreiros e serventes também apresentaram uma produção melhor do que nos índices de produção de referência da literatura analisada, sendo 0,07 Hh/m² dos pedreiros e 0,10 Hh/m² para serventes pela da TCPO e 0,18 Hh/m² para pedreiro e 0,09 Hh/m² para servente pelo SINAPI. Analisando o emboço observa-se que a RUP dos pedreiros (0,35 Hh/m²) é menor do que as obtidas na TCPO (0,60 Hh/m²) e SINAPI (0,47 Hh/m²). Já para os serventes a produtividade na obra (0,35 Hh/m²) foi melhor comparando com a TCPO (0,60Hh/m²) e pior comparando com o SINAPI (0,17 Hh/m²).

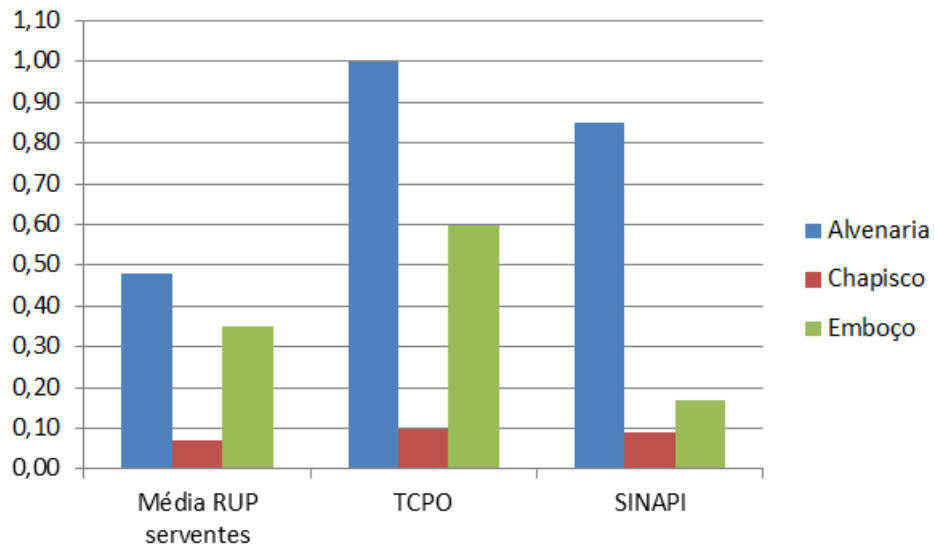
Também se pode analisar e comparar os valores de RUP obtidos na obra para pedreiros e serventes e os encontrados na TCPO e no SINAPI através da Figura 10 e da Figura 11 e assim visualizar melhor os resultados.

Figura 10 – Comparativo dos índices de produtividade para pedreiros



Fonte: Autor (2020)

Figura 11 - Comparativo dos índices de produtividade para serventes



Fonte: Autor (2020)

Nota-se que o desempenho da equipe é maior do que o esperado. Entende-se que o fator determinante para este resultado é a forma de contratação da equipe que foi por empreitada. Neste caso, a equipe recebe pela produção, ou seja, pela quantidade produzida. Ressalta-se que para estas situações o controle de qualidade precisa estar atento a fim de evitar serviços mal executados que necessitam de retrabalho e o desperdício de material.

Observou-se também que o canteiro de obras analisado era bem espaçoso e organizado, como mostrado na Figura 12. A central de argamassa estava localizada no térreo e o material era transportado por meio de uma mini grua para os pavimentos.

Figura 12 – Canteiro de obra



Fonte: Autor (2020)

Na produção da argamassa têm-se dois operadores de betoneira, e auxiliando o transporte vertical dela e dos blocos têm-se três ajudantes, todos são contratados pela empresa, dois no pavimento térreo e um no segundo pavimento onde estava sendo executados os serviços, assim que a argamassa chegava nos pavimentos superiores era depositada em caixotes e a partir deles os servente da equipe analisada abasteciam seus carinhos e transportava até o local onde iria ser executado o serviço. Utilizando uma mini grua eram transportados os blocos cerâmicos para a vedação, a argamassa de assentamento, chapisco e emboço, além de outros materiais necessários na execução de outras frentes de serviço.

5 CONCLUSÃO

A realização deste trabalho permitiu analisar e comparar a produtividade da mão de obra para os serviços de alvenaria de vedação com blocos cerâmicos, chapisco e emboço (massa única), de uma construtora de pequeno porte da cidade de Uberlândia com índices fornecidos em tabelas da TCPO e SINAPI.

Através do acompanhamento diário da execução dos serviços no canteiro de obras, mediu-se o serviço realizado e a quantidade de trabalhadores necessários na execução, e assim foi possível determinar os índices de produtividade (RUP) para cada serviço analisado no estudo.

Para a execução da alvenaria a equipe obteve grandes oscilações, que ocorreram devido ao estrago da mini grua e a execução de paredes que dividem as escadas e tinha altura grandes alturas. Já na execução do chapisco e emboço a equipe obteve constância nos índices, não havendo discrepâncias nos valores encontrados. Sendo que o chapisco era realizado em média 130 m² por pedreiro por dia e no emboço era feito uma média de 22 m² por dia para cada pedreiro. E por ser constante a produtividade, a RUP potencial é possível e mais fácil de ser alcançada.

No período da análise não houve fatores que interferiram negativamente na produtividade, como falta de material, falta de frente de serviço, clima. Apenas em um dia o não funcionamento da grua comprometeu os dados.

Vê-se que a produtividade da equipe estudada foi melhor que as das encontradas na literatura, entendeu-se que isso é decorrência do fato da empresa responsável pela execução dos serviços ter sido contratada na forma de empreitada e os pedreiros receberem por

produção (m²). Apesar de o desempenho ter sido acima do esperado na literatura, sugere-se melhorias para facilitar a produção da equipe analisada, como os trabalhadores que fornecem a argamassa chegarem mais cedo e abastecer os caixotes nos pavimentos superiores, ter sempre um ou mais serventes transportando essa argamassa, e fazer a manutenção preventiva da mini grua para evitar sua parada.

Uma sugestão para trabalhos futuros seria o estudo da produtividade dos serviços analisando as diferentes razões unitárias de produção, que são a RUP oficial, RUP direta e RUP global, para maior conhecimento da produtividade geral da obra para um determinado serviço e também analisar os serviços por períodos maiores de tempo.

REFERENCIAS

ARAÚJO, L. O. C. de; SOUZA, U. E. L. de. **Produtividade da mão de obra na execução de alvenaria: detecção e quantificação de fatores influenciadores**. 2001. f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.284: Áreas de vivência em canteiros de obra**. Rio de Janeiro, 1991.

BRASÍLIA - DF: **Sinapi metodologia e conceitos**. 2017. 178 p.

BRONSTRUP, Maísa. **Estudo sobre consumo de materiais e produtividade de mão de obra em revestimentos argamassados na cidade de Panambi/RS**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso em Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí, 2014.

CREMON, P. H.. **Estudo de Caso: Comparativo de produtividade entre SINAPI e EMPREITEIRA de pequeno porte, para execução de alvenaria de vedação em uma habitação residencial vertical**. 2014. 53f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

FORIGO, C.. **Análise da produtividade da mão de obra no serviço de revestimento interno com argamassa**. 2014. 42 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014

FRAZZÃO JUNIOR, D.. **Produtividade e qualidade na construção civil: estudo de caso em empreendimento em Santa Maria - RS.** 2017. f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

HENRIQUES, T. A. SOUZA. **Análise do índice de boas práticas em canteiro de obra – Estudo de caso em Aracaju/SE.** 113 páginas. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2017.

LEOPOLDO, J. V. C.. **Estudo dos processos produtivos na construção civil objetivando ganhos de produtividade e qualidade.** 2015. f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015

LISBOA, R. J. S. & CASTRO, W. C. C. **Planejamento operacional nos canteiro de obra: estudo de caso no município de Goiânia.** 2017. 76f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Áreas Acadêmicas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Aparecida de Goiânia.

PEREIRA, S. R. **Estudo da produtividade da mão de obra na aplicação de pasta de gesso como revestimento interno para uma edificação em alvenaria estrutural com blocos de concreto.** 2017. 19 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil da UNESC, 2017.

PINI TCPO - Tabela de Composição de Preços para Orçamentos. 13º. ed. Impressa: PINI Ltda., 2010.

SCHARFF, K.. **Produtividade da mão de obra na execução de revestimento de argamassa e revestimento cerâmico – estudo de caso.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí, 2019.

SILVA, J. K. da C.. **Estudo comparativo entre coeficientes de produtividade do SINAPI e produtividade in loco do serviço de contra piso da ampliação do centro de idoso em Paraíso-TO.** 2017. f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA), 2017.

SOUZA, V. M. de. **Produtividade da mão de obra em revestimentos internos com argamassa.** 2015. 76 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

‘

SOUZA, U. E. L. de. **Como medir a produtividade da mão de obra na construção civil.**
Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo.