



**Análise comparativa de produtividade de alvenaria em obra na cidade de
Manaus**

Johnnathan Marques

Universidade do Estado do Amazonas (UEA)

e-mail: johnnathanlima@hotmail.com

Fernando De Farias Fernandes

Universidade do Estado do Amazonas (UEA)

e-mail: ffernandes@uea.edu.br

Resumo

Este trabalho visa comparar os parâmetros TCPO e SINAPI com métodos de medição RUP em três formas: RUP diário, cumulativo e potencial por meio de pesquisa de indicadores de produtividade, identificando causas que levam a essa diferença e compreendendo a importância da eficiência da produtividade em diferentes contextos, considerando as particularidades da região amazônica. O estudo propõe a análise da produtividade da mão de obra da construção civil na cidade de Manaus/AM no serviço de alvenaria cerâmica convencional. O estudo comparativo entre os dados utilizados como referência e os dados que serão apropriados no canteiro de obras servirão de base para o melhor planejamento de custos e de tempo de execução da obra; identificar a diferença entre o rendimento planejado e o rendimento realizado. Esta diferença tem causado impactos no projeto de planejamento da construção civil interferindo no prazo de entrega das obras e consequentemente causando impactos negativos nos custos.

Palavras-Chave: Construção Civil; Produtividade; TCPO; SINAPI; Comparação.

Abstract

This work aims to compare TCPO and SINAPI parameters with RUP measurement methods in three forms: daily RUP, cumulative RUP, and potential RUP through productivity indicator research, identifying causes leading to these differences and understanding the importance of productivity efficiency in different contexts, considering the specificities of the Amazon region. The study proposes the analysis of labor productivity in the construction industry in the city of Manaus, Amazonas, Brazil, specifically in conventional ceramic masonry services. The comparative study between the reference data and the data to be collected on the construction site will serve as a basis for better cost and construction time planning, identifying the difference between planned and actual performance. This difference has had impacts on the civil construction project planning, affecting the delivery deadlines of the works and consequently causing negative impacts on costs.

Keywords: Civil Construction; Productivity; TCPO; SINAPI; Comparison.

1. Introdução.

A importância do planejamento da produtividade na construção civil se torna cada dia mais importante devido ao aumento de concorrência entre empresas, acredita-se também que existem vários fatores que influenciam na produtividade da construção civil, como clima, condições geográficas e disponibilidade de mão de obra qualificada. Como afirmado por Lepore et al. (2017), "a medição da produtividade é essencial para a melhoria contínua da construção civil". Nesse sentido, o uso do TCPO e do SINAPI como referências para estimar o tempo necessário para a execução de tarefas específicas tem se mostrado uma prática comum na área. Segundo Alves et al. (2020), "o TCPO permite a padronização dos processos construtivos e auxilia no planejamento e controle das atividades, proporcionando uma base para análise comparativa da produtividade". Assim, é notória a necessidade de revisar e programar melhorias nos princípios gerenciais a fim de diminuir ao máximo as perdas em obras de construção. Knolseisen (2003) afirma que: Determinar custos de bens e serviços, procurar medidas para reduzir seu valor e analisar as várias decisões tomadas pelas empresas são questões que sempre devem ser discutidas por empresários e acadêmicos, não só no ramo da construção civil, mas em todos, pois o crescimento da competitividade no mercado busca também a melhoria na qualidade dos serviços. É sabido que a importância da medição e do aumento da produtividade da construção civil é inquestionável. A produtividade na construção civil está diretamente relacionada com a melhor maneira de utilizar os recursos disponíveis em um canteiro. O espaço deve ser bem utilizado assim como a mão de obra, ferramentas, insumos e processos de transporte. Em palavras mais simples, a produtividade tem a ver com a quantidade de horas consumidas para realização de uma tarefa. Na elaboração orçamentaria são utilizados os dados obtidos do levantamento de produtividade, dados estes que geralmente possuem muita variação, porém, se o serviço é padronizado, os indicadores de produtividades tendem a se manter próximo de um mesmo número.

2. Referencial teórico.

2.1. Razão Unitária de Produção (RUP).

A Razão Unitária de Produção (RUP) é um conceito amplamente utilizado na engenharia, inclusive na engenharia civil para gerenciar projetos com a finalidade de expressar a quantidade de trabalho ou de produção obtida em relação a uma unidade de medida padrão. Baldo et. Al (2018), afirma que a RUP é "uma medida que estabelece a relação entre a qualidade produzida e uma unidade de medida padrão, permitindo a comparação e avaliação da produtividade em diferentes situações". De acordo com o seminário sobre "Avanços em gestão da produção de edificações" (Sinduscon - Rs, 2019), a fórmula do RUP se define como a divisão entre a quantidade de produção pelo valor da unidade em medida, conforme ilustra a equação 1.

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

A utilização da RUP permite que seja feita uma análise comparativa e o monitoramento da produtividade ao longo do tempo, Pires et al (2020), destaca que "a RUP é uma métrica valiosa para identificar as variações e melhorias na eficiência produtiva, auxiliando na tomada de decisões e no controle de quantidade dos processos". Podemos utilizar da RUP para calcular a produtividade, sendo esta a razão inversa do RUP. É importante ressaltar que a definição da unidade de medida utilizada na RUP deve ser consistente e adequada ao contexto do projeto ou da atividade em questão. Ferreira et al. (2019) menciona que "a escolha da unidade de medida é fundamental para que a RUP seja representativa e aplicável a situação específica, fornecendo insights precisos sobre a produtividade". O Projeto de canteiro/ Gestão da Produção do VII Congresso Nacional sobre Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção afirma que quanto menor o RUP, maior a produtividade: significa que está sendo utilizada menos mão de obra ou menos tempo para um determinado serviço. Do contrário,

quanto maior o RUP, menor a produtividade: estão sendo necessários mais homens ou maior tempo para o mesmo serviço, conforme exemplifica a figura 01.



Figura 1 – Variação do RUP. Fonte: VII Congresso Nacional sobre Condições e Meio Ambiente do trabalho na indústria da construção (2019).

Além das variáveis da fórmula, vale considerar que outros fatores também influenciam a produtividade. Eles são conhecidos como fatores de contexto ou de anormalidade. Alguns exemplos de fatores de contexto:

- a) Condições meteorológicas,
- b) Motivação dos profissionais,
- c) Forma de pagamento,
- d) Tipo de equipamento de transporte.

Exemplos de fatores de anormalidade:

- a) Falta de profissionais,
- b) Falta de instrução,
- c) Falta de materiais ou equipamentos.

No presente trabalho serão propostos três tipos de RUP: RUP diário, RUP potencial e RUP cumulativo. A figura 02 mostra, de forma ilustrativa, um gráfico contendo os gráficos do RUP Diário, Cumulativo e Potencial e os comparando com o RUP retirado do SINAPI.

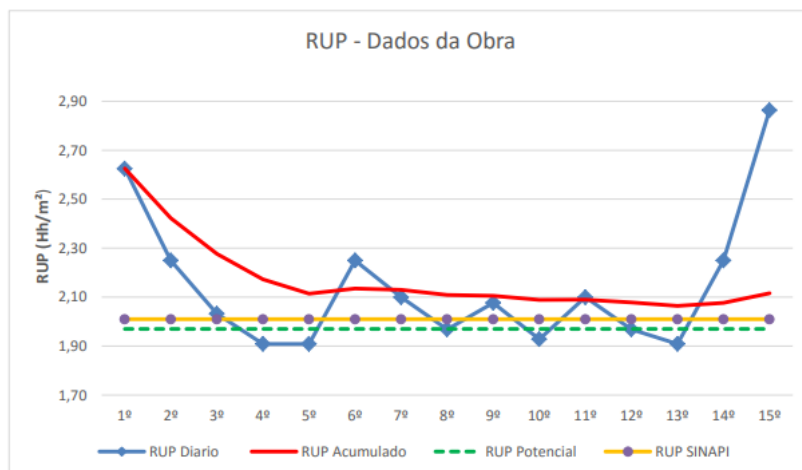


Figura 02: RUP Diário, Potencial, Acumulado e SINAPI. Fonte: Sampaio (2016)

3. Aplicação da metodologia.

3.1. Empresa objeto de estudo.

A empresa escolhida para ser objeto deste estudo é uma empresa privada, que atua no mercado de construção civil desde 2014 e é especializada em obras residenciais. A empresa possui sede em Manaus e focaliza suas obras nesta cidade. Trata-se de uma empresa tipicamente contratante.

3.2. Coleta de dados.

Nesta etapa do estudo foram coletados dados in loco pelo período de 23 de agosto de 2023 até 21 de setembro de 2023, 30 dias corridos, onde se realizou o levantamento de produtividade do serviço de alvenaria de tijolo cerâmico nos dias de serviço sendo a equipe formada por um pedreiro e um servente. A seguir, o gráfico 01 demonstra a produção do levantamento de alvenaria a cada dia.

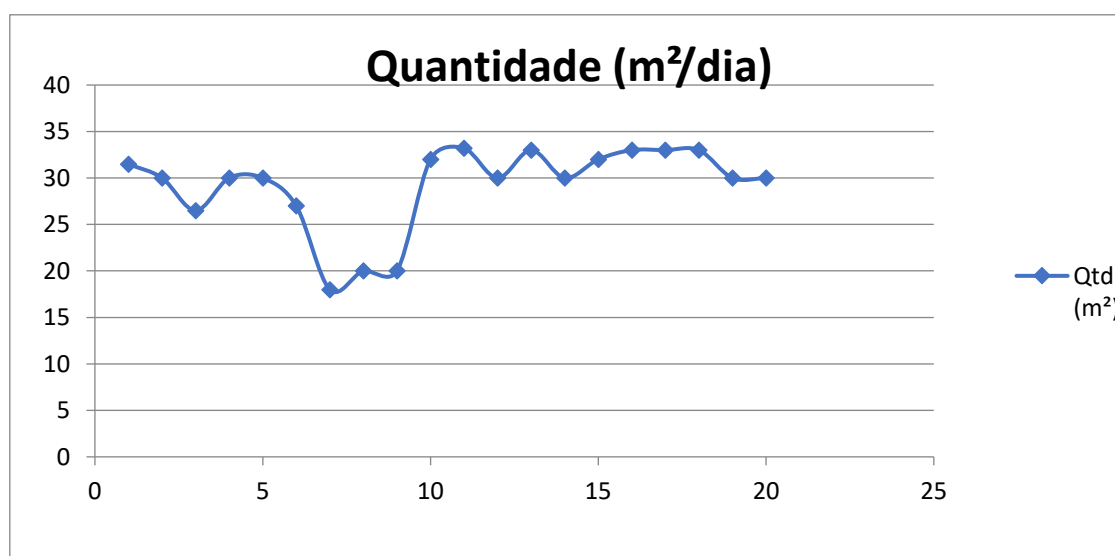


Gráfico 01 – Produção diária em m². Fonte: Autor (2023).

3.3. Cálculo dos RUP's.

Após o levantamento dos dados, foi-se realizado o cálculo dos RUP's, sendo estes os RUP's diário, acumulado e potencial.

- RUP diário: Relativa ao dia de trabalho. As entradas e as saídas são medidas a cada dia útil de serviço, calculando-se assim a RUP, a equação 1 demonstra a fórmula do RUP.
- RUP cumulativa: Este RUP é relativo a um período acumulado. As entradas e saídas são aquelas acumuladas desde o primeiro dia do estudo até a data final de acompanhamento. Servem para verificar quais são as tendências em longo prazo, visualizando as anormalidades dos dias durante o período de execução do serviço.
- RUP potencial: É obtida com valor da mediana das RUP diárias inferiores ao valor da RUP acumulada ao final do período de estudo. Representa um valor de RUP diária associado ao bom desempenho, ao mesmo tempo em que se mostra possível, pois aponta valores já detectados.

O gráfico 02 abaixo demonstra os valores dos RUP's diários, acumulados e potencial juntos, para uma melhor visualização e comparação.

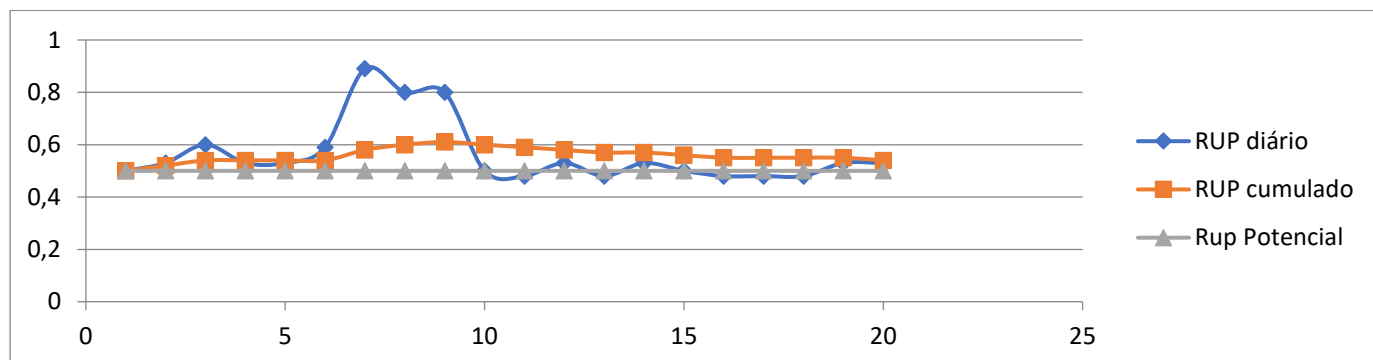


Gráfico 02 – RUP's diário, acumulado e potencial. Fonte: Autor (2023).

3.4. Comparação RUP, TCPO e SINAPI.

De posse dos dados coletados e feitos os cálculos dos RUP's diários, acumulado e potencial, pode-se agora realizar a comparação com os índices TCPO e SINAPI para comparar a produtividade dos índices e do real.

3.4.1. TCPO.

O TCPO é uma das fontes de composições mais populares hoje em dia, várias empresas a utilizam para a execução de orçamentos na engenharia. A TCPO é produzida pela Editora PINI, onde apresenta a TCPO Web, um portal de notícias da construção que é responsável por realizar pesquisas na área da construção civil, a página TCPO Web PINI (2017) afirma: Atualmente, a tabela conta com mais de 8500 composições de serviços, preços de referência calculados pelo departamento de Engenharia da PINI e Composições de Empresas da indústria de materiais e serviços de construção civil. Silva et al (2018) afirma que as TCPO são “um conjunto de tabelas que contém composições de custos unitários para a execução de atividades e serviços específicos na construção civil.” O TCPO fornece uma estrutura de referência que detalha os insumos, bem como a mão de obra, equipamentos, encargos e demais elementos que compõem o custo de cada item. Camarotto et al (2019) cita que “as TCPO são utilizadas como base para a elaboração de orçamentos de obras, facilitando o cálculo dos custos e a comparação entre propostas”. Quando se adota a TCPO, os profissionais conseguem agilizar o processo de orçamentação, garantindo com precisão e consistência os valores estimados. O TCPO também pode ser aplicado como uma referência para o controle e acompanhamento dos custos durante a execução da obra. França et al (2020) afirma que “as TCPO auxiliam no monitoramento dos gastos, permitindo a comparação entre o previsto e realizado, contribuindo para a gestão financeira eficiente do empreendimento.” É importante citar que as TCPO são atualizadas periodicamente para acompanhar as variações de preço do mercado e as alterações tecnológicas e normativas. Silva et al (2018) afirma que “a atualização das TCPO é necessária para manter a precisão dos valores de referência e sua aplicabilidade na realidade da construção civil”. A figura 02 ilustra a Produtividade para alvenaria de Tijolo cerâmico furado.

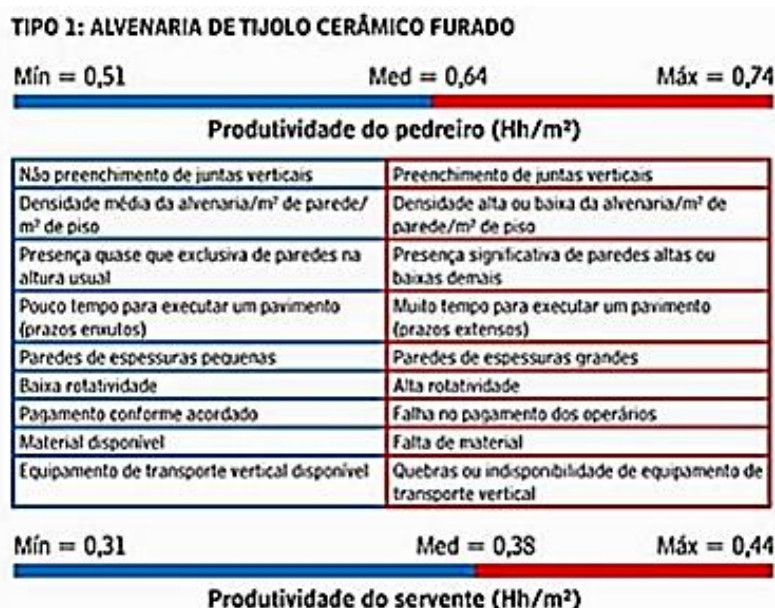


Figura 02 – Índice tipo 1: Alvenaria de tijolo cerâmico furado. Fonte: TCPO (2010).

Para o presente estudo foram levados em consideração os percalços durante a execução da obra e por estes motivos foram escolhidos as seguintes produtividades:

- a) Produtividade do pedreiro: 0,65(Hh/m²)
- b) Produtividade do Servente: 0,39(Hh/m²)

Assim, de posse da produtividade de ambos, considerando uma quantidade de serviço (Qs) média de 29m² durante o período estudado, deste modo, é possível realizar o cálculo do RUP.

$$RUP = \frac{Hh}{Qs}; RUP = \frac{(0,65+0,39) \times 8}{29}; RUP_{tcpo} \cong 0,29$$

3.4.2. SINAPI.

O SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) é por definição um sistema desenvolvido pelo Governo Federal do Brasil e tem como objetivo realizar pesquisas, coletar dados e divulgar informações sobre os custos e índices da construção civil no país. A Caixa Econômica Federal (2021) cita que: O SINAPI é o sistema de custos e índices da construção civil, constituindo-se em importante instrumento para o setor e atualmente é utilizado como referência básica na avaliação dos custos e no orçamento de serviços, obras, projetos e empreendimento habitacionais em todo Brasil. O SINAPI é amplamente utilizado no país para padronização de preços, comparação entre diferentes regiões e como ferramenta de referência para a execução de obras, fornecendo maior transparência e eficiência nos processos de contratação e execução dos projetos de construção civil. A figura 03 mostra de forma ilustrativa, coeficientes retirados da planilha SINAPI para os serviços de alvenaria.

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.PARE.ALVE.033/01	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19X19CM (ESPESSURA 9CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M2 COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF. 06/2014	M2
Código SIPC		
87511		
Vigência: 06/2014		Última atualização: 01/2016

COMPOSIÇÃO				
Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente
C	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,9800
C	88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,9900

Figura 03 – Composição do serviço de alvenaria de vedação. Fonte: Caixa Econômica Federal (2015).

De posse de tais composições, é possível realizar o cálculo do RUP teórico para a composição SINAPI, fazendo a razão entre a quantidade Homem x hora divididos pela quantidade de serviço média (Qs) que é 29m² por dia de trabalho. De posse da quantidade de serviço média da obra, podemos calcular um RUP teórico de acordo com as composições do SINAPI.

$$RUP = \frac{Hh}{Qs}; RUP_{sinapi} = \frac{(1,98+0,99) \times 8}{29}; RUP_{sinapi} \cong 0,82$$

3.4.3. Discussões dos resultados encontrados.

A utilização da metodologia do estudo possibilitou a coleta de dados in loco, coleta de dados SINAPI e coleta de dados TCPO. De posse desses dados, foi possível realizar o cálculo dos RUP's propostos: Diário, acumulado e potencial. Com esses dados, foi-se realizado o cálculo também do RUP médio SINAPI e coletado o RUP TCPO. Assim, foi gerado um gráfico comparativo entre todos, para análise.

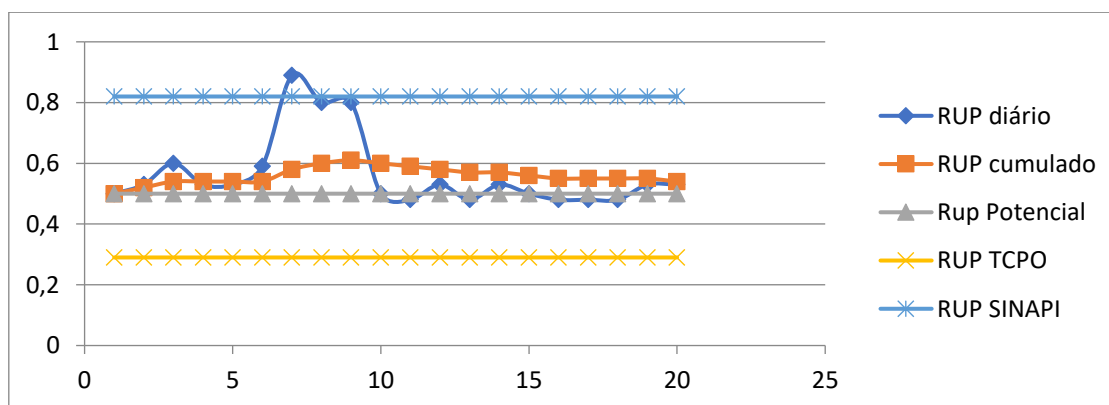


Gráfico 03 – Comparação entre RUP's. Fonte: Autor (2023).

Com a geração do gráfico 03 a partir dos dados coletados e das informações obtidas, foi analisado o comportamento das RUP's. Verificou-se nos dias 1, 2, 4, 5, 10 – 20 a produtividade acima da média. Nos dias 3 e 6, houveram registrados altas temperaturas na cidade de Manaus, registrando 37° e 38° respectivamente, diminuindo em 2,5 m² 2,0 m² a quantidade de alvenaria levantada. Analisando o RUP diário, nos dias 7, 8 e 9 houve também uma queda na produtividade devido à rotatividade que ocorreu na empresa, onde houve a troca de um pedreiro, o que ocasionou baixa produtividade em 3 dias o que impactou no valor obtido no RUP diário e nos demais RUP's. Foi observado in loco que alguns fatores podem ser determinantes para uma produtividade baixa, como: Altas temperaturas devido ao verão amazonense, rotatividade da empresa, particularidades de material e mão de obra. Para a obra estudada,

foi-se obtido um RUP potencial de 0,5 Hh/m². Em comparação com os índices pesquisados apresentou uma variação de 64% a menos em relação ao SINAPI e 42% a mais em relação ao TCPO. Assim, verifica-se no primeiro caso que a produtividade da obra está satisfatória quando comparada com o índice do SINAPI, já no segundo caso, comparando com o TCPO vemos que a produtividade está abaixo do esperado para o serviço de alvenaria de vedação, o que impactará no custo final, sendo favorável quando o parâmetro adotado é o SINAPI.

4. Conclusão.

Esta pesquisa científica possibilitou um estudo concreto da produtividade de mão de obra no serviço de alvenaria de vedação em uma obra residencial. Foi possível, com a coleta de dados in loco, realizar os cálculos dos RUP's, e compará-los com as referências TCPO e SINAPI. De posse desses dados, concluiu-se que quando comparada com o SINAPI, a obra se encontra com uma produção acima do real, no entanto, se comparada com o TCPO, ela está fora dos padrões que ele propõe. Finalmente, fica, através deste estudo, uma parcela de contribuição para comunidade de engenharia civil no estado do Amazonas, especificamente na cidade de Manaus que desejam aplicar as referências SINAPI e TCPO em suas obras, salientando que é importante que as empresas desenvolvam métodos de apropriação de seus dados para que sirvam de referência no seu planejamento e possa diminuir a diferença entre o planejado e o executado.

Referências.

Alves, T., Formoso, C., & Munhoz, A. (2020). Evaluation of the Brazilian construction Schedule of prices (TCPO) for estimating execution times. **Journal of Civil Engineering and Management**, 26(8), 737-748.

Baldo L., Pinto, R. C., Nunes, F. S., & Oliveira, M. S. (2018). Desenvolvimento de Índices de Produtividade na Construção Civil: Um Estudo de Caso. **Revista Brasileira de Gestão e Engenharia**, 14(2), 35-50.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/pesquisas/sinapi>. Acesso em: [10/11/2023].

Camarotto, J. A., Costa, E. L., & Lima, G. N. (2019). Elaboração de Orçamentos de Obras Utilizando o Sistema SICRO e TCPO. **Revista Gestão Industrial**, 15(3), 86-101.

Ferreira, R. S., Assis, A. M. G., & Ferreira, J. V. (2019). Identificação dos Custos de Produção em Obras Residenciais por Meio de Razões Unitárias de Produção. **Revista Brasileira de Gestão e Engenharia**, 9(2), 91-106.

França, L. F., Ferreira, J. V., Souza, J. V. F., & Ferreira, A. C. (2020). Avaliação dos Fatores Que Impactam o Preço de Venda de Uma Construtora. **Revista Brasileira de Gestão e Engenharia**, 10(3), 221-238.

KNOLSEISEN, P.C. (2003). Compatibilização de Orçamento com o Planejamento do Processo de Trabalho para Obras de Edificações. Florianópolis/SC: Universidade Federal de Santa Catarina.

Lepore, D., Pereira, F. A., & Formoso, C. T. (2017). Measurement of Productivity Improvement in the Construction Industry. **Revista Produção Online**, 17(3), 677-706.

Pires, A. M., Lopes, S. M., Pires, M. M., & Pimenta, L. F. (2020). Análise de Performance Operacional no Setor de Usinagem Utilizando Técnicas Multivariadas e RUP. **Revista Brasileira de Gestão e Engenharia**, 10(2), 87-102.

Ramos, I. C.; Camargos, M. V.; Silva, R.V. (2018). Projeto de Canteiro/ Gestão da Produção. **VII Congresso Nacional Sobre Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção.**

Sampaio, Jhayson Ferreira (2016). AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA NA EXECUÇÃO DO SERVIÇO DE LEVANTAMENTO DE ALVENARIAS EM UM EDIFÍCIO NO MUNICÍPIO DE PALMAS-TO: ESTUDO DE CASO. Palmas: Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil), Centro Universitário Luterano de Palmas.

Silva, J. S. G., Jesus, P. A. V., & Melo, C. S. (2018). Análise Comparativa de Sistemas de Custos Utilizados para o Orçamento de Obras Residenciais. **Revista Gestão Industrial**, 14(3), 78-92.

Souza, Ubiraci L. E. (2019). Gestão de Obras com foco na elevação da produtividade. Seminário “Avanço de gestão na produção e edificações”, **Sinduscon**, Porto Alegre.

TCPO - Tabelas de composições de preços para orçamentos: engenharia Civil, construção e arquitetura, 15. Ed. São Paulo, Brasil. Pini, 2017.