

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

TIAGO CHERONE DA LUZ

**ESTUDO DE CASO: PRODUTIVIDADE VARIÁVEL PARA OBRAS RESIDENCIAIS
EM TOLEDO - PR**

TOLEDO

2024

TIAGO CHERONE DA LUZ

**ESTUDO DE CASO: PRODUTIVIDADE VARIÁVEL PARA OBRAS RESIDENCIAIS
EM TOLEDO - PR**

**CASE STUDY: VARIABLE PRODUCTIVITY FOR RESIDENTIAL WORKS IN
TOLEDO - PR**

Trabalho de conclusão de curso de Graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientadora: Dra. Lucia Bressiani.

TOLEDO

2024



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

TIAGO CHERONE DA LUZ

**ESTUDO DE CASO: PRODUTIVIDADE VARIÁVEL PARA OBRAS RESIDENCIAIS
EM TOLEDO - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 11/Dezembro/2024

Lucia Bressiani
Doutorado em Engenharia Civil
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Desirè Coraça Possa
Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Lucas Boabaid Ibrahim
Doutorado em Engenharia Civil
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

TOLEDO

2024

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer à minha família: minha mãe Silvana, meu pai Antônio e minha irmã Mariana, que sempre acreditaram no meu potencial e não mediram esforços para auxiliar-me na conquista deste sonho.

Aos meus colegas de trabalho, Eric Hirano, Adalton de Santana, Jean Fernandes e todos os funcionários que trabalharam nas obras do estudo de caso, e que sempre me incentivaram a seguir em frente em busca dos meus objetivos.

Aos amigos que a Engenharia Civil me proporcionou, sou imensamente grato por todas as risadas, aprendizados e ajuda nos momentos mais desafiadores. A parceria e companheirismo de vocês foram fundamentais para alcançar esta conquista.

Gostaria de agradecer à minha orientadora, Doutora Lucia Bressiani. Sua orientação, paciência e conhecimento foram essenciais para a realização deste trabalho.

E, finalmente, aos membros da banca, professor Lucas Ibrahim e professora Desirè Possa, expresse minha gratidão pelas críticas construtivas e pelo tempo dedicado a avaliar este trabalho. Suas considerações foram vitais para o aprimoramento e finalização desta pesquisa.

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo da produtividade da mão de obra para alguns serviços de obras residenciais. A pesquisa contemplou a coleta de dados em duas obras, com medições realizadas a cada dois dias. Com isso, foi calculada a Razão Unitária da Produção (RUP) para os serviços de alvenaria, fôrmas, montagem da laje, concretagem, cobertura, contrapiso e revestimentos argamassados. Durante a coleta de dados, foram anotadas as ocorrências registradas nos diários de obras, com o objetivo de identificar os fatores intervenientes, como falta de materiais, de funcionários, dentre outros. A análise dos dados consistiu na identificação de uma faixa de produtividade para cada serviço, bem como comparação com os índices de produtividade apresentados nas tabelas do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e da Tabela de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO). Os resultados das RUPs cumulativas apresentaram altos coeficientes de variação para a maioria dos serviços e as maiores ocorrências estiveram associadas com a falta de funcionários. Para facilitar a comparação dos dados entre as obras e com as tabelas do SINAPI e TCPO, foi efetuado o orçamento da mão de obra para execução dos serviços analisados, para uma residência de 70m². Os resultados mostraram que o uso dos dados do SINAPI conduziu aos menores consumos de mão de obra. A diferença entre a quantidade de horas calculada com base nos dados das duas obras analisadas foi de 26%. Uma das obras apresentou resultados semelhantes aos dados da TCPO.

Palavras-chave: Produtividade; mão de obra; SINAPI; TCPO.

ABSTRACT

This study examines labor productivity for selected residential construction services. The research involved data collection at two construction sites, with measurements conducted every two days. Based on this, the Unit Production Ratio (UPR) was calculated for services including masonry, formwork, slab assembly, concreting, roofing, screeding, and mortar coatings. During data collection, occurrences recorded in the work diaries were noted to identify intervening factors such as material shortages, lack of workers, and other issues. The data analysis focused on identifying a productivity range for each service and comparing it with the productivity indices provided by the National System for Researching Construction Costs and Indices (SINAPI) and the Price Composition Table for Budgets (TCPO). The cumulative UPR results revealed high coefficients of variation for most services, with labor shortages being the most frequent issue. To facilitate comparisons between the two construction sites and the SINAPI and TCPO tables, a labor cost estimate was developed for executing the analyzed services in a 70m² residence. The findings showed that using SINAPI data resulted in the lowest labor consumption. The difference in the number of hours calculated based on data from the two construction sites was 26%. One of the sites produced results similar to those in the TCPO data.

Keywords: Productivity; workforce; SINAPI; TCPO.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Diferentes abrangências do estudo da produtividade	6
Figura 2 - Planta baixa parcial da 1° fiada	9
Figura 3 - Valores de RUP potencial e diária	10
Figura 4 - Composições agrupadas em macrotemas	11
Figura 5 - Etapas do processo de aferição do SINAPI	12
Figura 6 - RUP diária, cumulativa e potencial	13
Figura 7 - Produtividade variável para o serviço de fôrmas para pilares	16
Figura 8 - Etapas da pesquisa	18
Figura 9 - Elevação frontal (Obra 1)	19
Figura 10 - Elevação frontal (Obra 2)	20
Figura 11 - Execução da alvenaria	23
Figura 12 - RUP cumulativa para o serviço de alvenaria de vedação	24
Figura 13 - Execução da estrutura da cobertura	27
Figura 14 - RUP cumulativa para o serviço de cobertura	28
Figura 15 - Execução de concretagem	30
Figura 16 - RUP cumulativa para o serviço de concretagem - pilares	31
Figura 17 - Execução do contrapiso	34
Figura 18 - RUP cumulativa para o serviço de contrapiso	35
Figura 19 - Fôrmas para blocos, vigas e pilares	37
Figura 20 - RUP cumulativa para o serviço de fôrmas para pilares	39
Figura 21 - RUP cumulativa para o serviço de fôrmas para vigas	39
Figura 22 - Escoramento e montagem de laje treliçada	42
Figura 23 - Chapisco, taliscamento e emboço	44
Figura 24 - RUP cumulativa para o serviço de revestimento argamassado	45
Figura 25 - Comparativo dos índices de produtividade em h/m ²	48
Figura 26 - Comparativo dos índices de produtividade em h/m ³	48
Figura 27 - Quantidade de horas para os serviços	49
Figura 28 - Quantidade de horas total	50
Figura 29 - Custos da mão de obra	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Definições de RUP	13
---	-----------

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produtividade média para o serviço de terraplenagem	7
Tabela 2 - Descrição das variáveis investigadas	8
Tabela 3 - Composição 92767 - Armação de laje	14
Tabela 4 - Exemplo de composição de custos da TCPO	15
Tabela 5 - Composição das Equipes	21
Tabela 6 - Índices de produtividade para o serviço de alvenaria	24
Tabela 7 - Índices de produtividade para a alvenaria - TCPO e SINAPI	25
Tabela 8 - Comparativo de RUPs para o serviço de alvenaria de vedação	26
Tabela 9 - Índices de produtividade para o serviço de cobertura	27
Tabela 10 - Índices de produtividade para a cobertura - TCPO e SINAPI	28
Tabela 11 - Comparativo de RUPs para o serviço de cobertura	29
Tabela 12 - Índices de produtividade para o serviço de concretagem	31
Tabela 13 - Índices de produtividade para a concretagem - TCPO e SINAPI	32
Tabela 14 - Comparativo de RUPs para o serviço de concretagem	33
Tabela 15 - Índices de produtividade para o serviço de contrapiso	34
Tabela 16 - Índices de produtividade para o contrapiso - TCPO e SINAPI	36
Tabela 17 - Comparativo de RUPs para o serviço de contrapiso	37
Tabela 18 - Índices de produtividade para o serviço de fôrmas	38
Tabela 19 - Índices de produtividade de fôrmas - TCPO e SINAPI	40
Tabela 20 - Comparativo de RUPs para o serviço de fôrmas	41
Tabela 21 - Índices de produtividade para o serviço de montagem de laje	42
Tabela 22 - Índices de produtividade para a laje - TCPO e SINAPI	43
Tabela 23 - Comparativo de RUPs para o serviço de montagem de laje	43
Tabela 24 - Índices de produtividade para os revestimentos argamassado	44
Tabela 25 - Índices de produtividade para os revestimentos - TCPO e SINAPI	46
Tabela 26 - Comparativo de RUPs para o serviço de revestimentos	47
Tabela 27 - Síntese dos índices de produtividade	47
Tabela 28 - Quantidade de serviço para uma residência de 70m ²	49
Tabela 29 - Resumo geral dos índices de produtividade	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RUP	Razão Unitária de Produção
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
TCPO	Tabela de Composição de Preços para Orçamentos

SUMÁRIO

1.1 Justificativa	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo Geral	3
1.2.2 Objetivos Específicos	3
2.1 Aspectos da produtividade no setor da construção civil	4
2.2 Produtividade variável: Análise de autores e pesquisas	4
2.3 Razão Unitária de Produção: Análise e Implementação	5
2.3.1 Aplicação prática em terraplenagem	7
2.3.2 Aplicação prática em alvenaria estrutural	8
2.4 Análise dos bancos de dados: SINAPI e TCPO	10
2.4.1 Análise do SINAPI como referência orçamentária	11
2.4.2 Análise da TCPO como referência orçamentária	14
2.5 Soluções adotadas para a melhoria da produtividade	16
3.1 Etapas da Pesquisa	18
3.2 Obras acompanhadas	18
3.3 Coleta de dados	20
3.4 Cálculo dos indicadores de produtividade	22
3.5 Análise dos dados	22
4.1 Alvenaria de vedação	23
4.2 Cobertura	26
4.3 Concretagem	29
4.4 Contrapiso	33
4.5 Fôrmas para estruturas de concreto armado	37
4.6 Montagem de laje treliçada	41
4.7 Revestimento argamassado	43
4.8 Síntese dos resultados	47

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil sempre foi alvo de críticas por seus índices de desperdícios gerados, alta rotatividade, baixa qualificação da mão de obra e, com isso, da baixa produtividade (Lorenzon; Martins, 2006). A mão de obra é um dos principais recursos em qualquer setor da indústria. Em função disso, devem-se implantar ações no sentido de tornar cada vez mais eficiente o seu trabalho, melhorando o seu índice de produtividade.

Na construção civil, a produtividade variável refere-se à capacidade de ajustar os níveis de eficiência de acordo com as características específicas de cada serviço ou projeto. Ou seja, em vez de usar uma taxa de produtividade fixa para todas as atividades, são consideradas as variáveis relevantes de cada tarefa, como: tipo de trabalho, o ambiente, a disponibilidade de recursos, entre outros fatores. Dessa forma, a produtividade é ajustada conforme as demandas e condições particulares de cada situação, o que pode levar a uma organização mais eficiente de recursos e a um melhor desempenho final do projeto (Almeida, 2015).

Para serviços em ambientes controlados, como fábricas de pré-moldados e usinas de concreto, a eficiência média geralmente atende às expectativas de planejamento. No entanto, em ambientes de trabalho com alta variabilidade, como obras em áreas urbanas, o uso de eficiências médias tabeladas pode ser arriscado. A produtividade variável consiste na adoção de uma faixa de eficiência de acordo com as variáveis específicas do serviço em questão (Gonzaga, 2021).

Estudos que investigam a produtividade buscam aumentar a produção e a qualidade, junto com a minimização do uso de recursos naturais, humanos e financeiros. Em resumo, o foco está no aprimoramento da eficiência das atividades na construção civil.

É neste contexto que se insere o presente trabalho, ou seja, na análise da produtividade da mão de obra, retratando a realidade das obras, associando com seus fatores influenciadores.

1.1 Justificativa

O conceito de produtividade é amplamente debatido no setor da construção civil. Isso ocorre porque menores índices de produtividade da mão de obra resultam em maiores perdas para a empresa. Dessa forma, tem sido um desafio para as

empresas do setor se manterem no mercado, especialmente em um cenário cada vez mais competitivo (Frota *et al.*, 2022).

As informações sobre a eficiência na execução de uma obra são cruciais desde o início do planejamento, pois são determinantes para avaliar a viabilidade econômica do projeto. Custos fixos mensais tendem a aumentar à medida que o prazo da obra é prolongado, e uma estimativa incorreta pode comprometer a saúde financeira da construtora, devido a gastos adicionais decorrentes de possíveis atrasos na conclusão.

A ênfase na otimização da produção, na implementação de técnicas para gerenciar a eficiência e na uniformização de procedimentos na indústria da construção frequentemente é negligenciada por diversas empresas. Muitas delas priorizam o lucro como objetivo principal, sem considerar os métodos empregados para alcançá-lo (Lima, 2013).

A importância de realizar estudos sobre índices de produtividade reside na construção de um histórico da empresa, que permite estabelecer parâmetros comparativos. Esses parâmetros podem ser utilizados para avaliar o desempenho em relação a outras empresas do setor, ajudando a estimar a capacidade competitiva.

Assim, é crucial controlar os índices de produtividade ao longo da obra, uma vez que suas características podem variar com o tempo, como foi discutido neste estudo. Um indicador importante para essa análise é a Razão Unitária de Produção (RUP), que mede o tempo necessário para realizar uma determinada quantidade de trabalho.

Portanto, este estudo buscou apresentar um estudo sobre a produtividade de alguns serviços em obras residenciais na cidade de Toledo - PR. Esses dados podem ser utilizados para elaboração de orçamentos e planejamento de obras futuras com características semelhantes.

1.2 Objetivos

Para realizar a pesquisa proposta neste trabalho, foram definidos os seguintes objetivos.

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desse trabalho foi identificar índices de produtividade da mão de obra, para execução de alguns serviços de obras residenciais.

1.2.2 Objetivos Específicos

Com o intuito de atingir o objetivo geral, foram delineados alguns objetivos específicos. São eles:

- a) Calcular a Razão Unitária de Produção cumulativa para os serviços de estrutura, alvenaria de vedação, cobertura, contrapiso e revestimentos argamassados.
- b) Identificar os fatores que afetam a produtividade da mão de obra nos serviços analisados.
- c) Comparar os dados coletados na obra com as informações contidas nos bancos de dados do SINAPI e TCPO.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta os conceitos sobre temas relacionados à produtividade da mão de obra na construção civil, necessários para o embasamento teórico da pesquisa proposta.

2.1 Aspectos da produtividade no setor da construção civil

A mão de obra é um dos principais custos inerentes à construção de um empreendimento. Portanto, é um recurso que precisa ser bem administrado, pois influencia diretamente os lucros de uma empresa. Aumentar sua produtividade pode ser uma das estratégias para redução de perdas e aumento dos lucros (Souza e Santos, 2015).

No campo da contratação de funcionários e serviços externos, nota-se um dos principais fatores que impactam a produtividade: a falta de disponibilidade de pessoas competentes na construção civil. Ou seja, durante o acompanhamento da produtividade, deve-se levar em consideração que muitos empreiteiros, e até mesmo, os próprios colaboradores da empresa, podem acabar não seguindo os procedimentos corretos de execução, o que acarreta em futuros retrabalhos — necessidade de refazer um projeto ou uma entrega que não atendeu ao padrão de qualidade esperado pelo solicitante (Parizi, Nääs e Arcia, 2017).

Diante disso, é possível observar que o cenário atual da construção civil no Brasil requer um novo consentimento acerca das práticas e hábitos aplicados pelas empresas. É necessário incorporar abordagens mais inovadoras e eficientes, adaptadas aos desafios contemporâneos e às demandas por produtividade, sustentabilidade e segurança, como a aplicação de treinamentos de capacitação de funcionários, treinamentos técnicos de segurança de trabalho, entre outros (Bichinski, 2017).

2.2 Produtividade variável: Análise de autores e pesquisas

Inicialmente, Costa Neto et al. (2012) determinaram a importância de observar que todas as empresas são influenciadas por certos fatores diretos e imutáveis, como qualidade, segurança, meio ambiente, saúde e requisitos legais — ou seja, fatores que afetam diretamente os colaboradores. A motivação de um

indivíduo é frequentemente impulsionada pelo desenvolvimento de desafios para os quais ele foi treinado, além do sentimento de segurança proporcionado pela empresa. Portanto, é crucial garantir que as variações mencionadas anteriormente não afetem os valores obtidos ao longo do tempo. Quando essas variáveis são monitoradas e analisadas adequadamente, é possível assegurar o crescimento real da empresa.

Prosseguindo, com base na coleta de dados realizada por Maciel e Neto (2022), por meio de questionários aplicados em entrevistas pessoais, e-mails, entre outros métodos, buscou-se analisar fatores relacionados às características da mão de obra e, por fim, diagnosticar as variáveis, avaliando seu impacto na produtividade. Os autores destacaram que a pesquisa foi conduzida com os responsáveis técnicos pela execução em diversas empresas dos setores de construção civil, industrial, hospitalar, entre outros, o que significa que as respostas ao questionário podem não refletir completamente a realidade. No entanto, concluíram que, apesar dos problemas enfrentados pela construção civil, como o baixo índice de absenteísmo e a baixa rotatividade dos trabalhadores, a evolução produtiva do setor, embora lenta, ocorre.

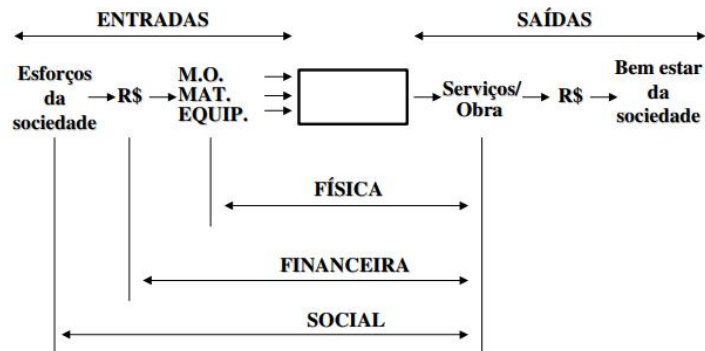
Por fim, no âmbito da produtividade, deve-se considerar que a diferença mais significativa entre os parâmetros técnicos e gerenciais reside na capacidade de quantificação. A construtibilidade, por exemplo, é analisada sob a perspectiva da adequação de projetos e da utilização de métodos construtivos acessíveis e apropriados para a obra, o que a caracteriza como um aspecto técnico. Por outro lado, problemas envolvendo condições climáticas adversas, como chuva, calor extremo e situações imprevistas, dependem basicamente de decisões gerenciais. Apesar dos esforços, é notável a dificuldade acadêmica em concordar com uma classificação definitiva. No entanto, essa discussão é crucial para compreender a natureza complexa da produtividade variável (Araújo, 2019).

2.3 Razão Unitária de Produção: Análise e Implementação

Um estudo realizado por Souza (2000) sobre a mão de obra em obras de construção civil detalhou a importância da mensuração da produtividade, tarefa de extrema relevância para suprir um problema significativo nos atuais sistemas de certificação de empresas: a falta de avaliação do desempenho delas. O autor definiu a Razão Unitária de Produção (RUP) como a quantificação da mão de obra

necessária para produzir uma unidade de serviço. Contudo, existem diferentes abordagens que podem ser aplicadas nessa quantificação. Essas abordagens são ilustradas na Figura 1.

Figura 1 - Diferentes abrangências do estudo da produtividade



Fonte: Souza (2000)

A Figura 1 ilustra que, dependendo do tipo de entrada, ou seja, o recurso que será transformado em saída, o estudo da produtividade pode ser realizado de diferentes pontos de vista: físico, considerando a utilização de materiais; financeiro, abordando a utilização de dinheiro demandado; e social, analisando o esforço da sociedade como um todo. Dentro deste contexto, o autor definiu o indicador de produtividade por meio da Equação 1.

$$RUP = \frac{ENTRADAS}{SAÍDAS} \quad (1)$$

Onde:

RUP: razão unitária da produtividade;

Entradas: quantidade de homens horas utilizados;

Saídas: quantidade de serviço executado.

A Equação 1 define as entradas como o cálculo de homens-hora demandados, ou seja, o número de homens envolvidos multiplicado pelo período de tempo dedicado ao serviço. As saídas são consideradas pelo responsável pela medição, assim como o tempo do estudo, seja para um determinado dia ou para um período de maior duração. Entretanto, para que o progresso no entendimento da variação da produtividade possa ocorrer, é importante se ter uma uniformização quanto a quantificação da RUP. Souza (2000) propõe algumas diretrizes para garantir um bom estudo:

- a) Definir se a produtividade considerada é a da equipe direta, da equipe direta mais a de apoio ou a global — incluindo o encarregado;

- b) Para o cálculo dos homens-hora, a adoção das horas disponíveis para o trabalho, que incluem todo o tempo onde os operários estariam à disposição para exercer suas atividades;
- c) Priorizar a quantidade líquida de serviço, que é um melhor estimador das saídas do processo produtivo e mais eficaz para explicar a ocorrência de aumento ou não de produtividade;
- d) Definir se os valores de produtividade apresentados dizem respeito às RUPs diárias (potencial, mínima ou máxima) ou às cumulativas.

Por fim, mesmo que essas diretrizes não sejam seguidas, o autor destacou a importância de explicitar os critérios para a quantificação dos indicadores de produtividade. Isso é crucial para que tanto o leitor quanto o próprio autor do estudo compreendam se houve uma queda ou um aumento no desempenho.

2.3.1 Aplicação prática em terraplenagem

Inicialmente, Gonzaga (2021) realizou um estudo de caso em uma área situada na região Oeste de Fortaleza - CE, abrangendo aproximadamente 20 km de ruas pavimentadas. O estudo baseou-se na coleta de dados, como horas trabalhadas e volume escavado por dia, enquanto informações sobre o estaqueamento e a largura dos trechos escavados foram fornecidas pela equipe de topografia da obra. Antes da execução do projeto de terraplenagem, o local carecia de serviços de infraestrutura, e a intervenção visou melhorar a interligação entre as vias e eliminar pontos de alagamento recorrentes no período de chuvas.

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos nas medições de produtividade, onde é possível constatar a variação de 30% nas RUPs.

Tabela 1 - Produtividade média para o serviço de terraplenagem

Mês	RUP (Eh/m³)	Produtividade (m³/h)
Novembro	0,0212	47,24
Dezembro	0,0163	61,27
Diferença	30%	-

Fonte: Gonzaga (2021)

O autor justificou as diferenças encontradas nos meses de novembro e dezembro por meio de algumas variáveis, como: a variação da largura da via, o nível de interferências subterrâneas e as interferências de fiações aéreas.

Após examinar as três variáveis e visando facilitar a aplicação prática dos resultados da pesquisa, o autor desenvolveu uma planilha descritiva com o objetivo de calcular a produtividade esperada para um trecho específico, levando em consideração suas larguras e características. Os dados utilizados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Descrição das variáveis investigadas

	Mínima	Mediana	Máxima
	77,41 m³/h	47,15	8,19 m³/h
	0,0129 Eh/m³	0,0212	0,122 Eh/m³
VARIÁVEIS	RUP (Eh/m³)		
Largura da via	Larga (maior que 5,50 m)	Estreita (menor que 5,50 m)	
Instalações subterrâneas	Nenhuma ou, no máximo, rede simples de coletor de esgoto.	Redes de esgoto dupla e/ou presença de coletores de águas pluviais.	
Fiação Aérea	Postes espaçados em mais de 30 metros e baixa densidade de ligações residenciais.	Postes pouco espaçados (menos de 30 metros) e alta densidade de ligações residenciais.	

Fonte: Gonzaga (2021)

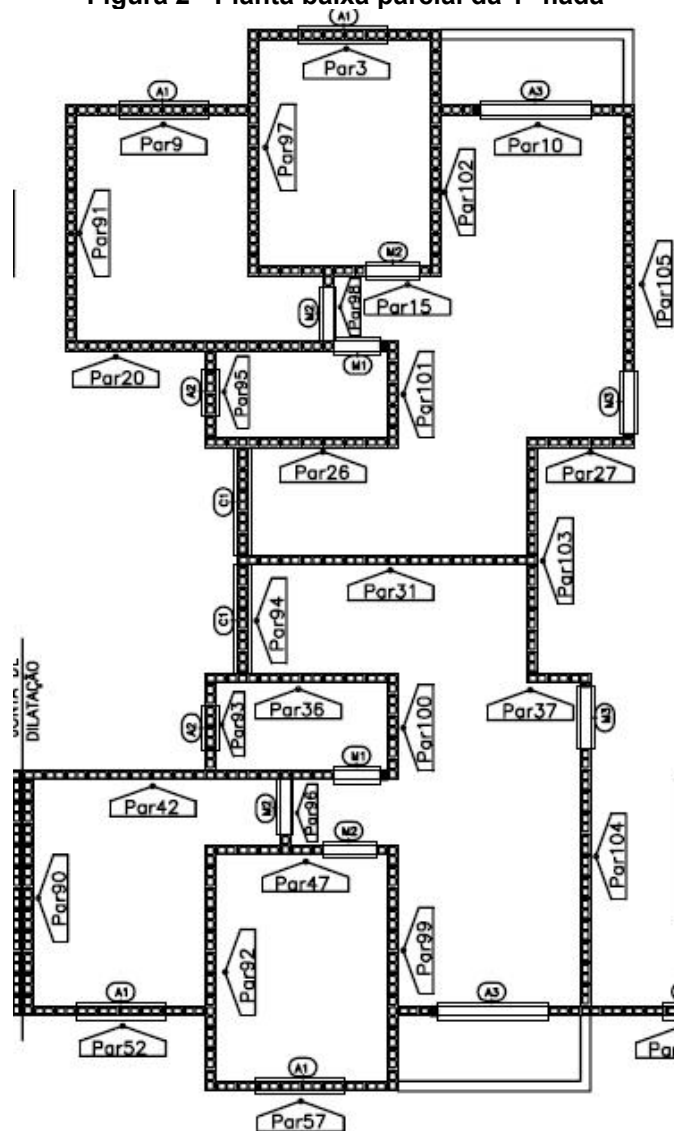
Por fim, o estudo permitiu examinar como a produtividade varia de acordo com as características específicas do local do projeto. Isso possibilitou uma análise mais aprofundada do impacto no orçamento e no cronograma da obra estudada, ao compreender como essas variáveis influenciam o tempo necessário para realizar o serviço de corte em solo.

2.3.2 Aplicação prática em alvenaria estrutural

Lima (2013) conduziu um estudo de caso em uma obra no município de Fortaleza, composta por 4 torres residenciais, sendo uma torre com 4 apartamentos por andar e as demais com 8 apartamentos por andar. A obra foi executada em alvenaria estrutural com o uso de blocos cerâmicos estruturais, realizada por uma equipe denominada direta, treinada exclusivamente pelo engenheiro responsável pela obra, composta por 4 pedreiros e 2 serventes.

Para realizar a coleta de dados e obter os dados de produtividade pelo método da Razão Unitária da Produção (RUP), foram excluídos os dados referentes à 1ª fiada, pelo fato de ter sido executada por uma equipe distinta. A planta baixa parcial da 1ª fiada da torre estudada é ilustrada pela Figura 2.

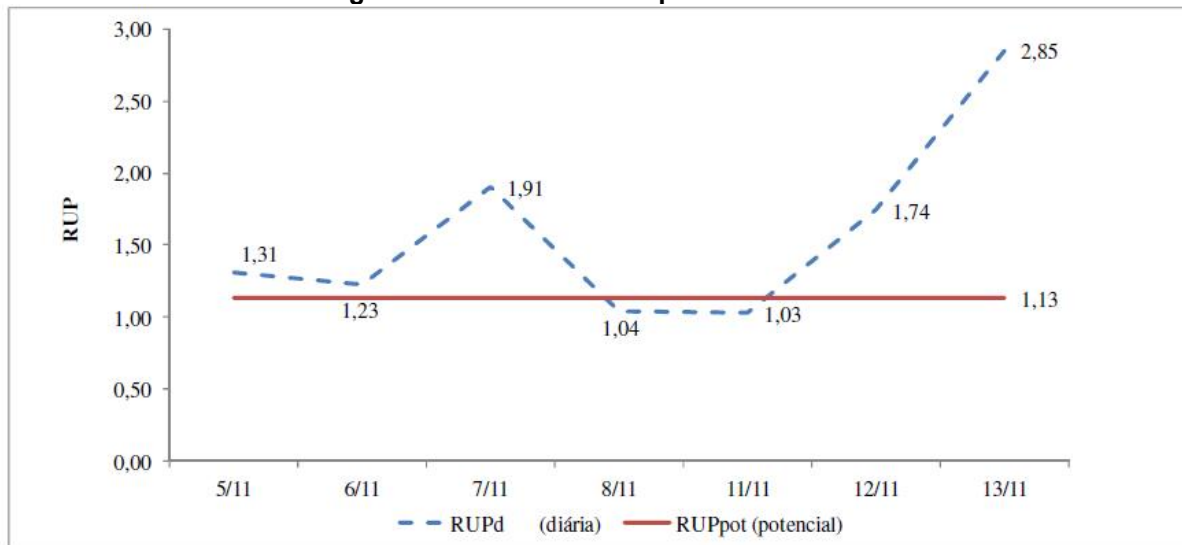
Figura 2 - Planta baixa parcial da 1ª fiada



Fonte: Lima (2013)

A coleta de dados do 1º pavimento tipo apresentou uma produtividade maior que a do pavimento térreo, devido ao efeito de aprendizagem. No entanto, a partir deste ciclo, foi inserida a restrição do transporte vertical dos blocos. Isso significa que, pela falta de blocos, o que foi feito na 1ª elevação não pôde ser replicado na 2ª elevação da alvenaria. Conseqüentemente, a falta de material resultou na interrupção do serviço, gerando valores de RUPs diárias muito altas em comparação com o valor de referência (RUP potencial). Esta falha na gestão da obra é ilustrada pela Figura 3.

Figura 3 - Valores de RUP potencial e diária



Fonte: Lima (2013)

Segundo o autor, caso a empresa contasse com um modelo de gestão de produtividade, seria possível identificar tal desvio e realizar as devidas correções. Para consolidar seu modelo de gestão, Lima (2013) utilizou o método PDCA, que consiste em:

- a) Programação (P): planejamento prévio da execução de uma tarefa, definindo um plano de ataque inicial;
- b) Desenvolver (D): execução do trabalho conforme planejado;
- c) Controlar (C): avaliação do trabalho, identificando pontos de melhoria;
- d) Avaliar (A): replanejamento, visando otimizar e corrigir erros do último ciclo.

Por fim, o autor alcançou seu objetivo ao padronizar e validar as planilhas criadas. Esse resultado foi alcançado com base em modelos já testados por outras empresas no mercado e por meio de visitas realizadas às obras. Dessa forma, o modelo proposto tornou-se aplicável a outras construtoras, permitindo avaliações consistentes de desempenho.

2.4 Análise dos bancos de dados: SINAPI e TCPO

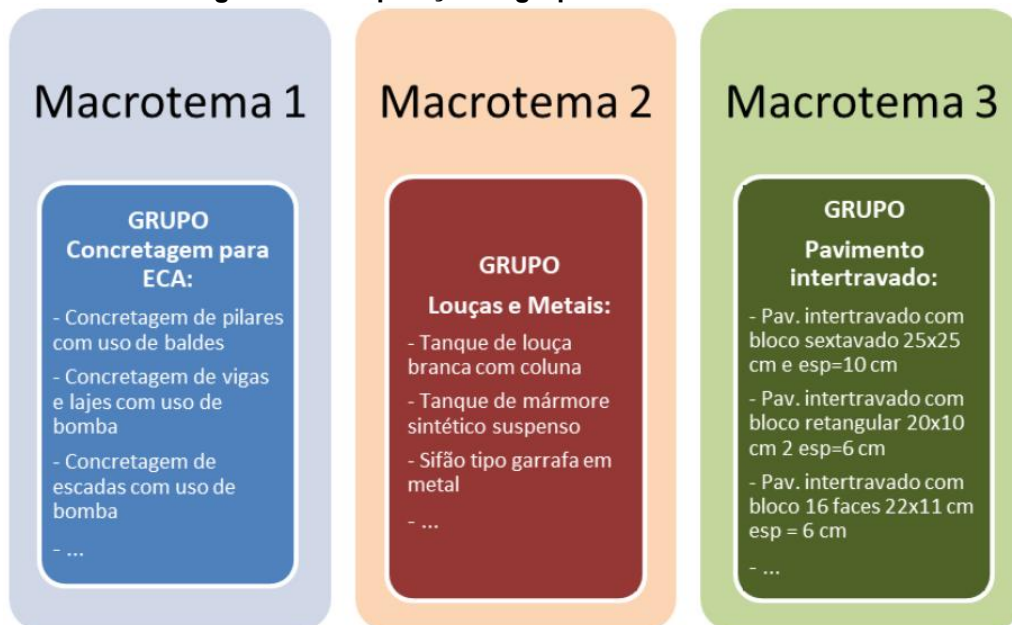
Este capítulo explora esses dois importantes bancos de dados, abordando suas origens, estrutura, metodologia e aplicabilidade prática no contexto da construção civil.

2.4.1 Análise do SINAPI como referência orçamentária

O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) é um sistema desenvolvido para a elaboração do orçamento referencial de obras e serviços de engenharia financiados pela União. Sua finalidade é controlar os gastos durante a execução das obras, estimando os custos das despesas com base em um gerenciamento e acompanhamento adequados (SINAPI, 2024).

Devido à diversidade de situações a serem consideradas, as composições do SINAPI são agrupadas em macrotemas. Esses macrotemas representam segmentos dos produtos incluídos no escopo de referências do sistema, fornecendo uma base estruturada que reflete as áreas de conhecimento técnico envolvidas. Essa categorização facilita a identificação das habilidades e conhecimentos necessários para os profissionais responsáveis pela avaliação. A Figura 4 apresenta os macrotemas, destacando como eles estão organizados para atender às demandas específicas de cada segmento.

Figura 4 - Composições agrupadas em macrotemas

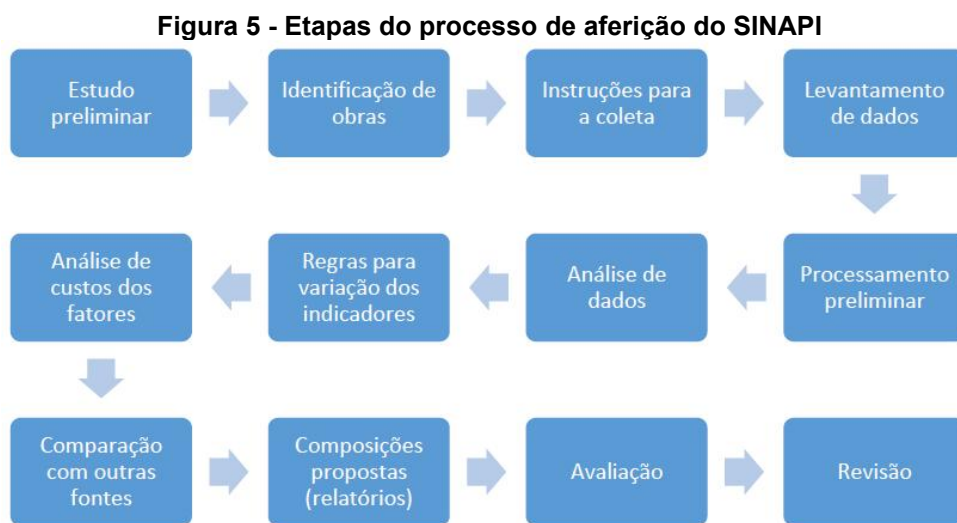


Fonte: SINAPI (2024)

Nesse sentido, a definição dos grupos de composições que representam partes das obras com realidades similares é, basicamente, a essência da existência dos macrotemas. A aferição envolve a definição de indicadores que melhor retratem a situação atual, seja das composições existentes ou de eventuais novas. Esta avaliação deve apresentar as variações no desempenho dos agentes que executam

os serviços ao longo do tempo, decorrentes tanto de melhorias no processo de trabalho quanto de mudanças nas condições do mercado da construção (SINAPI, 2024).

As medições realizadas pelo SINAPI são levantamentos que abrangem canteiros de obras em todo o país, incluindo obras de diversos portes e naturezas, executadas por empresas de diferentes tamanhos e sob diferentes modalidades de contratação. Na Figura 5 é apresentada uma visão geral das etapas para a aferição de grupo de composições.



Fonte: SINAPI (2024)

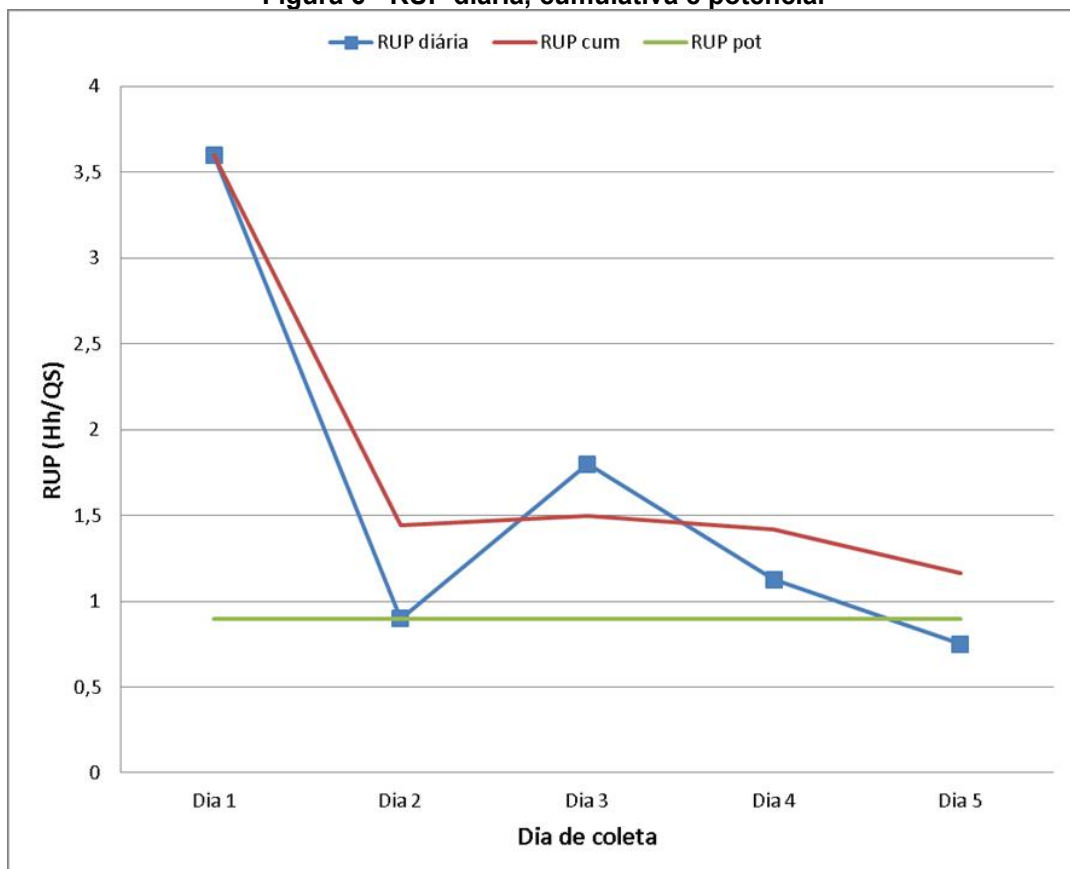
Cada etapa do procedimento foi detalhada no manual técnico do SINAPI (2024), com o objetivo de garantir a consistência na medição. O resultado dessa medição é expresso por meio das razões unitárias de produtividade, calculadas com base nos dados coletados. No Quadro 1, são apresentadas as considerações sobre as RUPs, conforme o manual técnico.

Quadro 1 - Definições de RUP

Tipo de RUP	Descrição
RUP diária	O dia de trabalho, quando, a cada dia de serviço, medem-se entradas e saídas.
RUP cumulativa	Um período acumulado, quando as quantidades de entradas e saídas são aquelas desde o primeiro dia do estudo até a data de sua avaliação.
RUP cíclica	Um ciclo do serviço, adotado quando o serviço possui ciclos bem definidos, como é o caso das fôrmas para andares repetitivos.
RUP potencial	É calculada como o valor da mediana das RUP diárias inferiores ao valor da RUP cumulativa ao final do período de estudo.

Fonte: Adaptado de SINAPI (2024)

No âmbito das horas de trabalho consideradas pelo SINAPI (2024), estão incluídas todas as horas de serviço, exceto as pausas para refeições, ou seja, o tempo disponível para a execução do serviço. A utilização eficiente ou ineficiente desse tempo pode ser detectada pela comparação entre a RUP cumulativa e a RUP potencial. A Figura 6 apresenta uma demonstração das diferentes RUPs calculadas.

Figura 6 - RUP diária, cumulativa e potencial

Fonte: SINAPI (2024)

Explicitamente, cada composição tem a finalidade de detalhar a execução, refletida nos coeficientes de produtividade, consumo e eficiência dos insumos

utilizados. Segundo o SINAPI (2024), o indicador de eficiência no uso da mão de obra, representado como coeficiente em cada composição, é calculado com base na RUP acumulada e ajustada às condições descritas na própria composição.

A Tabela 3 apresenta a composição número 92767, referente à armação de laje de estrutura convencional de concreto armado, utilizando aço CA-60 de 4,2 mm. A montagem segue a descrição "AF_06/2022", com vigência desde dezembro de 2015 e última atualização em junho de 2022. A unidade de medida é o quilograma (KG), e a situação do item é considerada ativa.

Tabela 3 - Composição 92767 - Armação de laje

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	39017	ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	ATIVO	UN	2,81600
I	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M)	ATIVO	KG	0,02500
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,01720
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,10550
C	92799	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-60, DIÂMETRO DE 4,2 MM, UTILIZADO EM LAJE. AF_12/2015	ATIVO	KG	1,00000

Fonte: SINAPI (2024)

Analisando a Tabela 3, é possível perceber que o armador leva 0,1055 horas para armar um quilograma (kg) da armação da laje, conforme as especificações definidas para o serviço. Para o ajudante, esse índice é de 0,0172 horas.

2.4.2 Análise da TCPO como referência orçamentária

A Tabela de Composições e Preços para Orçamentos (TCPO, 2017) é um manual orçamentário amplamente utilizado em todo o país, desenvolvido pela equipe técnica da PINI. As tabelas apresentam dados de pesquisas realizadas em canteiros de obras, que são usados para a elaboração de orçamentos. É possível acessar remotamente os fornecedores cadastrados pela PINI, o que facilita a criação de estimativas de custo mais precisas.

A Tabela 4 apresenta um exemplo de composição retirada da TCPO.

Tabela 4 - Exemplo de composição de custos da TCPO

03110.8.1 FÔRMA de madeira para piso de concreto com sarrafos 2,5 x 7,5 cm - unidade: m ²				
CÓDIGO	COMPONENTES	UNID	CONSUMOS	
			APROVEITAMENTOS	
			03110.8.1.1	03110.8.1.2
01270.0.19.1	Carpinteiro	h	0,15	0,15
01270.0.45.1	Servente	h	0,25	0,25
03125.3.1.1	Desmoldante de formas para concreto	l	0,1	0,1
05060.3.20.11	Prego 17x21 com cabeça (comprimento: 48mm / diâmetro: 3,00 mm)	kg	0,1	0,1
06062.3.4.5	Sarrafo 1 x 3" (altura: 75mm / espessura: 25 mm)	m	1,7	0,567

Fonte: TCPO (2017)

No exemplo apresentado na Tabela 4, para o serviço de fôrma de madeira para piso de concreto, foram consideradas duas categorias profissionais, ou seja, carpinteiro e servente. Os índices de produtividade para esses profissionais são de 0,15 e 0,25 horas para cada metro quadrado de fôrma executado.

A TCPO destacou a importância de considerar a variabilidade ao medir e apresentar os indicadores de desempenho. O caderno técnico mencionou que a produtividade pode variar devido a diversos fatores, como tamanho das paredes, tipo de alvenaria, ferramentas, fornecimento de materiais, comunicação entre trabalhadores, problemas com equipamentos de transporte, condições climáticas, entre outros — tornando inadequada a referência a valores médios como única medida de desempenho (TCPO, 2017).

Para lidar com essa variabilidade, o caderno técnico sugeriu uma abordagem que inclua a apresentação de uma faixa de valores para cada serviço, indicando valores mínimos, medianos e máximos para o consumo de mão de obra e materiais. A seguir, na Figura 7, é ilustrado um exemplo de produtividade variável para a execução de fôrmas para pilares.

Além disso, o uso de tecnologias avançadas, como BIM (Building Information Modeling), realidade aumentada (RA) e sensores digitais, tem transformado a gestão de canteiros de obras. A modelagem BIM, por exemplo, integra informações de projeto e execução, facilitando a comunicação entre as partes interessadas e reduzindo erros. Tecnologias como RA permitem visualizar elementos construtivos antes de sua execução, otimizando recursos e aumentando a segurança. Apesar de ainda enfrentar desafios relacionados à aceitação e custo, a inserção dessas tecnologias está em crescimento e demonstra grande potencial (Silva e Amaral, 2022).

Por outro lado, outra solução promissora é o uso de ferramentas de Business Intelligence (BI) para monitorar e analisar dados operacionais. Este modelo coleta e consolida dados em tempo real, utilizando plataformas como Power BI para gerar relatórios dinâmicos e indicadores-chave de desempenho (KPIs). A aplicação em um projeto na Bélgica mostrou como a análise de dados pode identificar fatores que impactam negativamente a produtividade e sugerir medidas corretivas. Esse sistema também permite um melhor planejamento, controle de custos e otimização de recursos, promovendo vantagem competitiva no mercado (Macedo, 2023).

Ademais, a melhoria da produtividade no setor da construção civil também pode ser alcançada por meio da adoção de sistemas de gestão mais eficazes e metodologias inovadoras. Boeriz e Gonçalves Filho (2021) destacam a filosofia Lean Construction, derivada do Sistema Toyota de Produção, que oferece ferramentas importantes para eliminar desperdícios, melhorar a organização do canteiro de obras e otimizar processos. Elementos como o planejamento adequado, treinamento da mão de obra e implementação de controles visuais podem reduzir perdas e elevar a qualidade das atividades.

Portanto, os avanços na gestão da construção civil, como a adoção de metodologias modernas e o uso de tecnologias emergentes, representam pilares fundamentais para elevar a produtividade e a eficiência do setor. O equilíbrio entre padrões estabelecidos e a flexibilidade necessária para adaptações práticas é uma estratégia promissora, evidenciada pelos resultados positivos obtidos em estudos e aplicações práticas. Dessa forma, a construção civil caminha para se tornar cada vez mais competitiva e sustentável, atendendo às demandas do mercado com excelência e inovação (De Oliveira *et al.*, 2022).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Com a finalidade de aplicar os conceitos da Razão Unitária da Produção e produtividade variável, foi realizado o levantamento de dados em duas obras residenciais, localizadas na cidade de Toledo-PR. A seguir são descritas as etapas da pesquisa.

3.1 Etapas da Pesquisa

A pesquisa realizada neste estudo seguiu o fluxograma apresentado na Figura 8.



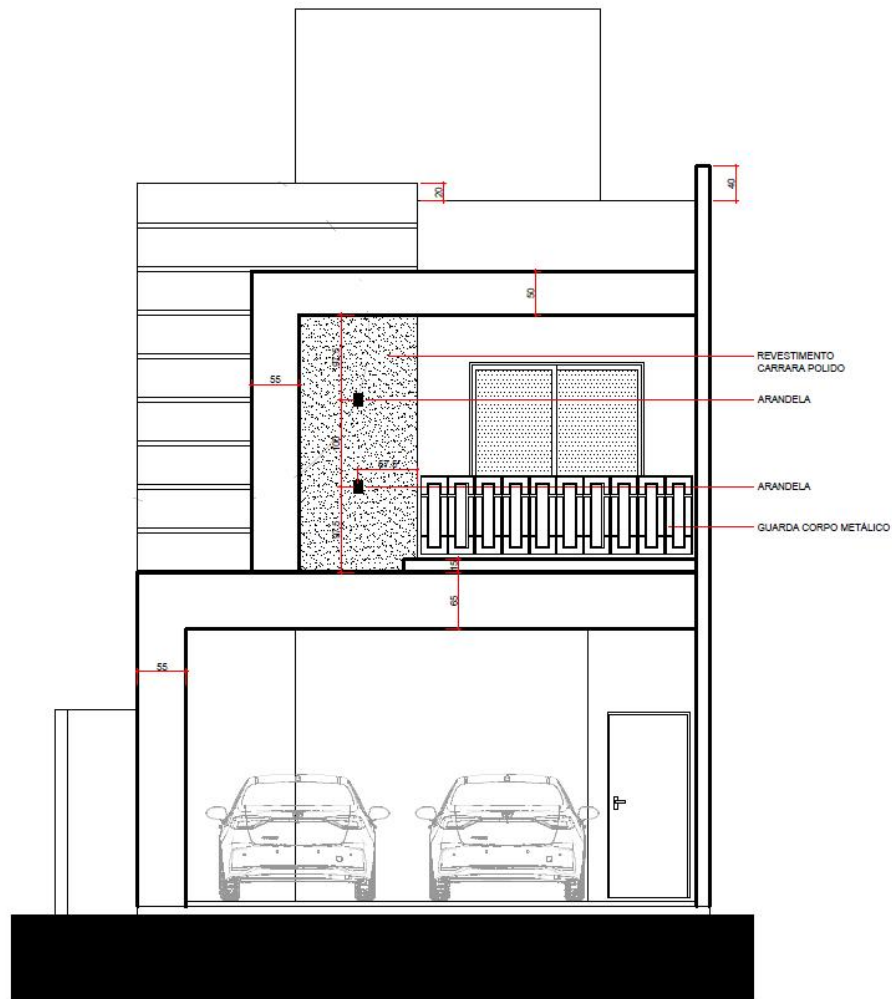
Fonte: Autoria própria (2024)

A seguir são apresentadas informações sobre as etapas.

3.2 Obras acompanhadas

A primeira obra, denominada de Obra 1, se trata de uma edificação residencial unifamiliar, com área total de 401,00m², de dois pavimentos. A elevação frontal do projeto é apresentado na Figura 9.

Figura 9 - Elevação frontal (Obra 1)

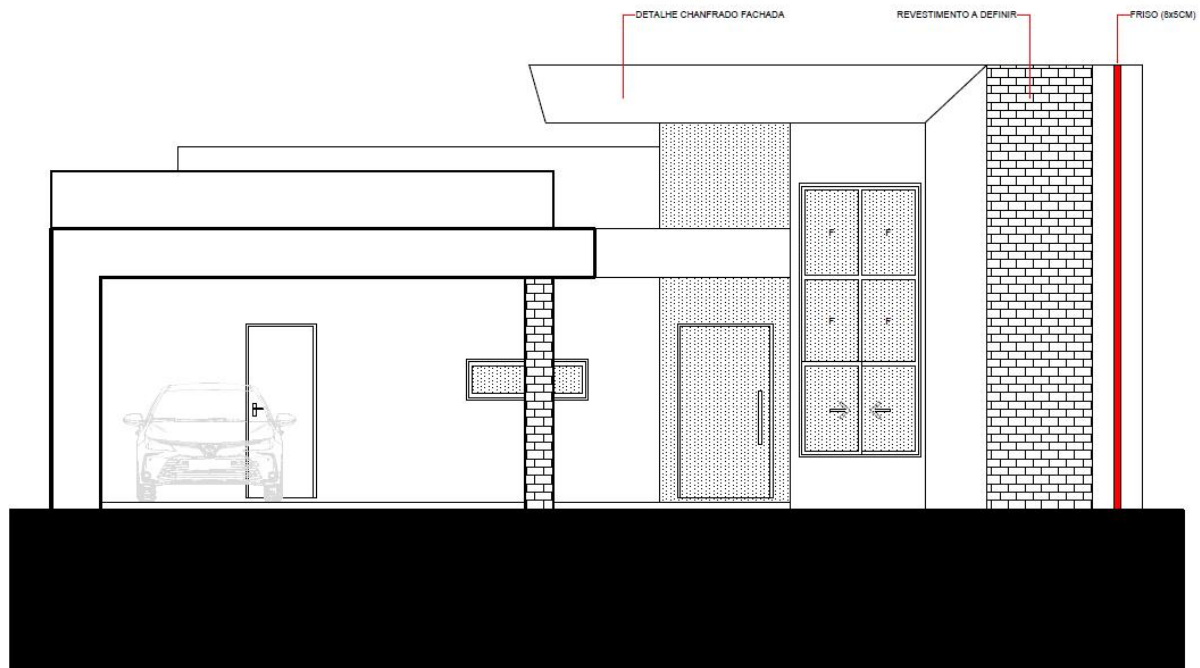


Fonte: Empresa responsável (2024)

A planta baixa e do primeiro pavimento podem ser visualizadas, respectivamente, nos Anexos A e B.

A Obra 2 também se trata de uma residência unifamiliar, de um pavimento, com área total de 362,01m². A elevação frontal é apresentada na Figura 10.

Figura 10 - Elevação frontal (Obra 2)



Fonte: Empresa responsável (2024)

A planta baixa da obra é apresentada no Anexo C.

As duas obras foram executadas pela mesma construtora, com o mesmo sistema construtivo, ou seja, estrutura em concreto armado e alvenaria de vedação com blocos cerâmicos.

3.3 Coleta de dados

A coleta de dados ocorreu por um período de um ano, tendo iniciado em agosto de 2023. A coleta de dados foi realizada a cada dois dias, especificamente às segundas e quintas-feiras, para os serviços de estrutura, alvenaria de vedação, cobertura, contrapiso e revestimentos argamassados.

- Segunda-feira: a medição era realizada pela manhã, com o objetivo de medir as atividades executadas na quinta-feira e sexta-feira da semana anterior.
- Quinta-feira: a medição também era realizada pela manhã, referente as produções realizadas na segunda, terça e quarta-feira.

A coleta de dados foi realizada para os serviços de fôrmas, concretagem, montagem da laje, alvenaria de vedação, cobertura, contrapiso e revestimentos argamassados. Foram coletados dados necessários para o cálculo da RUP de cada serviço analisado:

- a) Quantidade de mão de obra (Hh): foram levantadas informações sobre número de funcionários, categoria profissional (oficial/servente) envolvidos na execução de cada serviço analisado, em cada um dos dias analisados. Essas informações foram obtidas com os mestres de obras e nos registros do diário de obra.
- b) Quantidade de serviço: a quantidade de serviço foi realizada por meio das medições na obra.
- c) Fatores: foram anotados todos os fatores que ocorreram na obra, por meio de informações obtidas no diário de obra, como falta de materiais e equipamentos.

As medições contemplam exclusivamente a fase de execução do serviço, considerando apenas a equipe direta, sem a inclusão do responsável (mestre de obras). As jornadas diárias de trabalho são de 7,5 horas, dado que 0,5 horas por dia são reservadas para as pausas para descanso, conforme estipulado no contrato da empresa responsável. Além disso, cada obra e cada etapa possui equipes diferentes, como é possível observar na Tabela 5.

Tabela 5 - Composição das Equipes

Equipe	Local de Trabalho	Serviço executados	Composição
Equipe 1	Obra 1	Assentamento, Cobertura, Concretagem, Fôrmas, e Montagem de Laje.	3 pedreiros e 2 serventes
Equipe 2	Obra 2		
Equipe 3	Obras 1 e 2	Contrapiso e Revestimento Argamassado.	5 pedreiros e 3 serventes

Fonte: O autor (2024)

De acordo com a Tabela 5, a única diferença na composição das equipes ocorre nos serviços de contrapiso e revestimento argamassado, em que a equipe é formada por cinco pedreiros e três serventes — neste caso, a empresa em estudo possui uma equipe específica para essa fase de acabamento.

Vale destacar que a medição em obra contemplou a metodologia utilizada pela construtora, ou seja, consideração de medição por equipes de trabalho.

3.4 Cálculo dos indicadores de produtividade

O cálculo dos índices de produtividade buscou identificar a RUP cumulativa, que é aquela calculada a partir dos valores de homens-hora e quantidade de serviço relativo ao período que vai do primeiro dia em que se estudou a produtividade até o dia em questão, ou seja, referente as medições realizadas a cada dois dias.

Assim, cada serviço apresenta um dado de RUP cumulativa para cada medição (dois dias), calculada por meio da Equação 1 apresentada anteriormente.

Para alguns serviços o número de dados foi de uma ou duas RUPs, em função da duração do serviço, como é o caso de concretagem de estacas, blocos e montagem da laje.

3.5 Análise dos dados

Os índices de produtividade foram analisados por meio de seus valores médios e coeficientes de variação, bem como identificação dos fatores que ocorreram em obra.

Em seguida foram comparados com os índices apresentados nas tabelas da TCPO e SINAPI.

Por final, os índices de produtividade calculados para as duas obras foram utilizados para estimar a quantidade e custo da mão de obra, para os serviços considerados nesta pesquisa, com o objetivo de verificar as diferenças encontradas. Para isso, foi considerada uma residência de 70m², cujos quantitativos dos serviços já se encontravam calculados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base na coleta de dados em campo, foram elaboradas tabelas que sintetizam os índices de produtividade obtidos.

Inicialmente são apresentados os índices para cada serviço. Em seguida, é efetuada a comparação com os dados da TCPO e SINAPI. Por último é apresentada uma síntese dos resultados e análise das diferenças encontradas por meio da utilização dos índices de produtividade calculados nesta pesquisa, para uma residência de 70m².

4.1 Alvenaria de vedação

A alvenaria de vedação foi executada com blocos cerâmicos com dimensões de 11,5 x 14 x 24 cm. Foi realizada a medição da alvenaria interna, externa, platibandas, churrasqueiras, elementos decorativos e execução de vergas, e contravergas.

Na Figura 11 é possível observar a execução da alvenaria de vedação nas duas obras.

Figura 11 - Execução da alvenaria



a) Alvenaria, vergas e contravergas (Obra 2) em blocos canaletas

b) Alvenaria das platibandas (Obra 1)

Fonte: Autoria própria (2024)

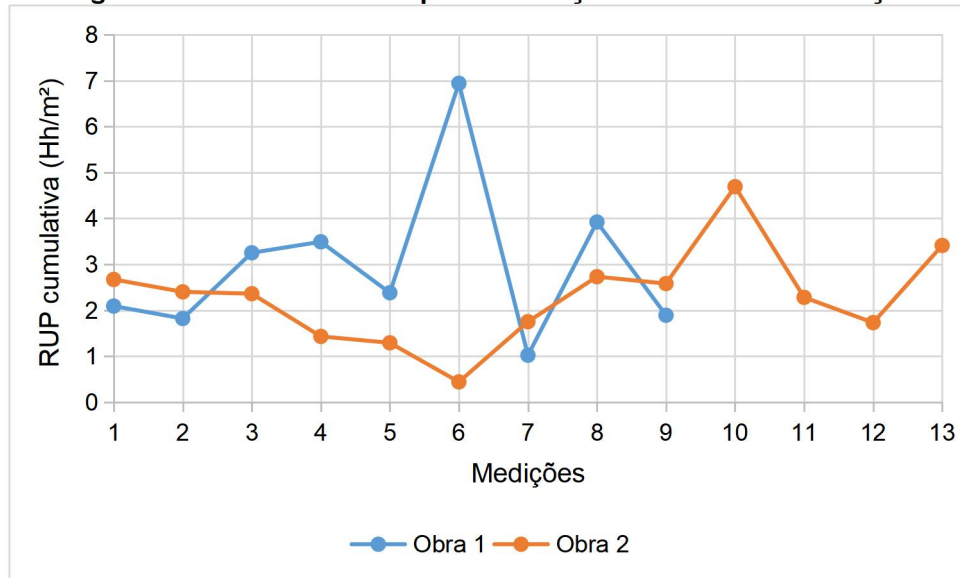
A Tabela 6 apresenta os índices de produtividade calculados para as duas obras, com base nas medições realizadas. Em complemento, a Figura 12 mostra graficamente os resultados para o serviço.

Tabela 6 - Índices de produtividade para o serviço de alvenaria

Medições	Obra 1	Obra 2
	RUP Cumulativa (h/m ²)	RUP Cumulativa (h/m ²)
1	2,09	2,67
2	1,82	2,4
3	3,25	2,36
4	3,49	1,43
5	2,38	1,29
6	6,94	0,44
7	1,02	1,75
8	3,92	2,73
9	1,89	2,58
10		4,69
11		2,28
12		1,73
13		3,41
Média	2,98	2,29
Desvio Padrão	1,75	1,05
Coef. De Variação (%)	58,68	45,85

Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 12 - RUP cumulativa para o serviço de alvenaria de vedação



Fonte: Autoria própria (2024)

Observou-se que a Obra 1 apresentou índice médio maior que a Obra 2, indicando que sua produtividade foi menor. Isso pode ser justificado pelo fato da primeira ser de dois pavimentos.

Foram constatados coeficientes de variação altos nas duas obras, indicando que os dados de produtividade variam ao longo do período de execução. Isso pode

ser função de alguns fatores, como execução de paredes com e sem aberturas, paredes maiores e menores, assim como ocorrências que podem prejudicar o andamento das atividades. As ocorrências da Obra 1 no período de coleta de dados foram:

- Afastamento por motivo de doença de 2 pedreiros, de 3 dias úteis de trabalho.
- Falta não justificada de um servente durante 3 dias úteis de trabalho.

Já as ocorrências na Obra 2 foram:

- Afastamento por motivo de doença de 3 pedreiros, de 3, 4 e 5 dias úteis de trabalho.
- Atraso de 3 dias na entrega de canaletas, necessárias para a execução de vergas e contravergas.

Sendo assim, foi constatado que o afastamento de trabalhadores por motivos de doença foi a ocorrência mais frequente durante a execução do serviço de alvenaria.

Na Tabela 7, é possível observar a comparação das RUP médias das Obras 1 e 2 com os índices do SINAPI e TCPO.

Tabela 7 - Índices de produtividade para a alvenaria - TCPO e SINAPI

Etapa	Banco de Dados	Descrição da Composição	Índice Pedreiro (h/m ²)	Índice Servente (h/m ²)
Alvenaria de vedação	SINAPI	ALVENARIA de vedação de blocos cerâmicos furados na horizontal de 11,5x14x24 cm (espessura 11,5 cm) e argamassa de assentamento traço 1:2:8 com preparo em betoneira.	1,38	0,69
	TCPO	ALVENARIA de vedação com blocos cerâmico furados 9 x 19 x 19 cm (furos horizontais), juntas de 12 mm com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:8.	1,00	1,00

Fonte: Adaptado de SINAPI (2024) e TCPO (2017)

Observou-se que a TCPO não contempla, em seu banco de dados, o serviço de alvenaria com blocos cerâmicos nas dimensões 11,5 x 14 x 24 cm. Para efetuar a comparação, foi utilizada a composição de assentamento com blocos cerâmicos de dimensões 9 x 19 x 19 cm.

Por fim, a Tabela 8 apresenta a comparação das RUPs médias das Obras 1 e 2, juntamente com os índices de produtividade obtidos das composições mencionadas na Tabela 7.

Tabela 8 - Comparativo de RUPs para o serviço de alvenaria de vedação

SINAPI		TCPO		Obra 1	Obra 2
Pedreiro (h/m ²)	Servente (h/m ²)	Pedreiro (h/m ²)	Servente (h/m ²)	Equipe: 3 Pedreiros e 2 Serventes (h/m ²)	Equipe: 3 Pedreiros e 2 Serventes (h/m ²)
1,38	0,69	1,00	1,00	2,98	2,29

Fonte: Autoria própria (2024)

Constata-se que os índices apresentados pela TCPO e SINAPI são menores que os obtidos nas duas obras. Com isso, a utilização dos referidos dados para realização de orçamentos, pode conduzir a custos inferiores, quando comparados com os custos reais para execução do serviço.

Outra diferença constatada está no fato de que em obra os serviços são executados por equipes, não sendo possível separar os índices de cada categoria profissional, diferente do que é apresentado nas referências comparadas. Isso também pode conduzir a diferenças entre os custos orçados e realizados.

4.2 Cobertura

O processo de execução da cobertura considerou a estrutura de madeira e a aplicação das telhas de fibrocimento com inclinação de 10%. A instalação das calhas, necessária para o correto escoamento das águas pluviais, foi realizada por uma equipe terceirizada e, portanto, não foi considerada no levantamento dos dados.

A Figura 13 apresenta a execução da estrutura da cobertura nas Obras 1 e 2, respectivamente.

Figura 13 - Execução da estrutura da cobertura



Fonte: Autoria própria (2024)

A Tabela 9 apresenta os índices de produtividade calculados para as duas obras.

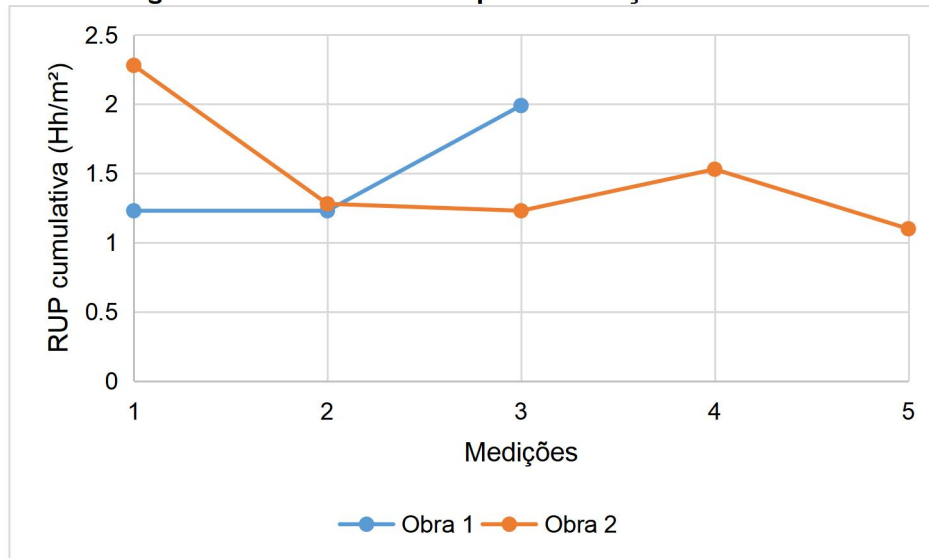
Tabela 9 - Índices de produtividade para o serviço de cobertura

Medições	Obra 1	Obra 2
	RUP Cumulativa (h/m ²)	RUP Cumulativa (h/m ²)
1	1,23	2,28
2	1,23	1,28
3	1,99	1,23
4		1,53
5		1,10
Média	1,48	1,48
Desvio Padrão	0,44	0,47
Coef. De Variação (%)	29,58	31,77

Fonte: Autoria própria (2024)

Já a Figura 14 mostra as RUPs cumulativas de forma gráfica. Foi possível constatar proximidade nos valores de produtividade média para as duas obras. Da mesma forma, não foram registradas ocorrências como falta de material, de funcionários, dentre outras.

Figura 14 - RUP cumulativa para o serviço de cobertura



Fonte: Autoria própria (2024)

A Tabela 10 mostra os índices de produtividade apresentados nos bancos de dados do SINAPI e TCPO.

Tabela 10 - Índices de produtividade para a cobertura - TCPO e SINAPI

Etapa	Banco de Dados	Descrição da Composição	Índice Pedreiro (h/m²)	Índice Servente (h/m²)
Estrutura de Madeira	TCPO	Estrutura de madeira para telha ondulada de fibrocimento, ancorada em laje ou parede.	0,90	0,90
	SINAPI	Trama de madeira composta por terças para telhados de até 2 águas para telha ondulada de fibrocimento.	0,12	0,07
Execução de Telha Fibrocimento	TCPO	Cobertura com telha de fibrocimento, até duas águas, perfil ondulado, inclinação máxima até 18%.	0,30	0,60
	SINAPI	Telhamento com telha ondulada de fibrocimento com inclinação máxima até 10°, com até 2 águas.	0,13	0,17

Fonte: Adaptado de SINAPI (2024) e TCPO (2017)

Entretanto, como as medições realizadas contemplam as etapas de estrutura e telha, foi necessário somar os coeficientes de pedreiros e serventes das duas etapas. Por fim, na Tabela 11, é possível observar a comparação dos índices

das Obras 1 e 2, junto dos índices retirados dos bancos de dados do SINAPI e TCPO.

Tabela 11 - Comparativo de RUPs para o serviço de cobertura

SINAPI		TCPO		Obra 1	Obra 2
Pedreiro (h/m ²)	Servente (h/m ²)	Pedreiro (h/m ²)	Servente (h/m ²)	Equipe: 3 Pedreiros e 2 Serventes (h/m ²)	Equipe: 3 Pedreiros e 2 Serventes (h/m ²)
0,25	0,24	1,20	1,50	1,48	1,48

Fonte: Autoria própria (2024)

Da mesma forma que para o serviço de alvenaria, as medições em obra consideram as equipes envolvidas no serviço, enquanto nas tabelas do SINAPI e TCPO, os índices são fornecidos para cada categoria profissional.

Os índices do SINAPI consideram as melhores produtividades, enquanto da TCPO as produtividades mais baixas.

4.3 Concretagem

Nas etapas de concretagem de estacas, blocos de coroamento, baldrame, vigas e laje, foi utilizado concreto usinado. Sendo assim, para esses elementos estruturais o serviço medido em obra considerou apenas o lançamento e adensamento.

Já na etapa de pilares, o concreto foi preparado manualmente na obra, utilizando betoneira. Portanto, o serviço considerou as etapas de preparo, transporte, lançamento e adensamento.

Na Figura 15 estão ilustradas algumas imagens de elementos estruturais concretados nas duas obras analisadas.

Figura 15 - Execução de concretagem

a) Vigas Baldrame - Obra 1



b) Vigas e Pilares - Obra 1



c) Laje Forro - Obra 2

Fonte: Autoria própria (2024)

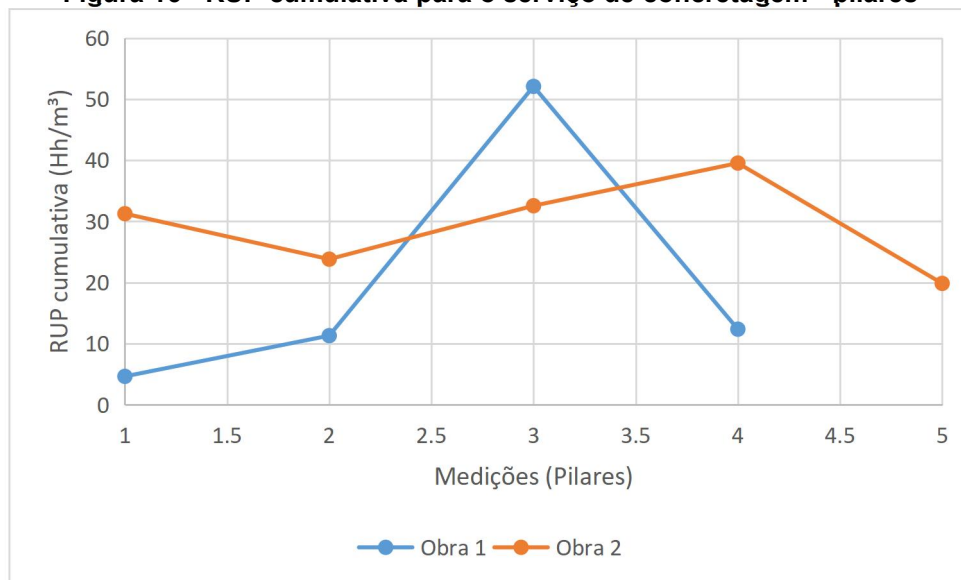
Os índices de produtividade obtidos para cada elemento estrutural estão apresentados na Tabela 12.

Na Figura 16 são apresentados os dados de forma gráfica, para os serviços de pilares, visto que os demais elementos estruturais apresentam poucas medições, em função da reduzida duração dos serviços.

Tabela 12 - Índices de produtividade para o serviço de concretagem

Medições	RUP Cumulativa (h/m³)									
	Obra 1					Obra 2				
	Estacas	Blocos	Vigas Baldrame	Pilares	Laje e Vigas	Estacas	Blocos	Vigas Baldrame	Pilares	Laje e Vigas
1	0,54	1,7	6,41	4,63	1,17	0,35	1,40	5,45	31,25	0,88
2				11,29	1,32				23,81	
3				52,08					32,55	
4				12,35					39,53	
5									19,84	
Média	0,54	1,70	6,41	20,09	1,25	0,35	1,40	5,45	29,40	0,88
DP				21,60	0,11				7,72	
CV (%)				107,53	8,52				26,27	

Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 16 - RUP cumulativa para o serviço de concretagem - pilares

Fonte: Autoria própria (2024)

A Tabela 13 apresenta os dados de produtividade obtidos do SINAPI e TCPO.

Tabela 13 - Índices de produtividade para a concretagem - TCPO e SINAPI

Etapa	Banco de Dados	Descrição do serviço	Índice Pedreiro	Índice Servente	Un.
Estacas	TCPO	Estaca escavada mecanicamente, diâmetro de 250 mm, concreto dosado em central C20 S50.	-	0,13	h/m
				2,65	h/m ³
Estacas	SINAPI	Estaca escavada mecanicamente, sem fluido estabilizante, com 25cm de diâmetro, concreto lançado por caminhão betoneira (Exclusive mobilização e desmobilização).	-	0,23	h/m
				4,68	h/m ³
Vigas Baldrame e Bloco de Coroamento	TCPO	Transporte, lançamento, adensamento e acabamento do concreto em fundação (Blocos de coroamento e Vigas Baldrames) - unidade: m ³	1,65	3,00	h/m ³
		SINAPI	Concretagem de bloco de coroamento ou viga baldrame, fck 30 mpa, com uso de bomba - lançamento, adensamento e acabamento.	0,33	0,50
Pilar	TCPO	Concreto preparado na obra C25, betoneira elétrica 400L, controle "B", brita 1 - m ³ .	-	6,00	h/m ³
		Transporte, lançamento, adensamento e acabamento do concreto em estrutura - m ³ (Balde e Girica).	1,65	4,50	h/m ³
Pilar	SINAPI	Preparo: Concreto fck = 25mpa, traço 1:2,3:2,7 (em massa seca de cimento/ areia média/ brita 1) - preparo mecânico com betoneira 400 L.	1,46	2,31	h/m ³
		Transporte, lançamento e adensamento: Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de baldes - lançamento, adensamento e acabamento.	2,46	7,38	h/m ³
Vigas e Lajes	TCPO	Concretagem de Laje pré-fabricada treliçada para piso ou cobertura,	0,19	1,47	h/m ²
		largura 25 cm, e = 12 cm (capeamento 4 cm, elemento de enchimento 5 cm e pré-laje 3 cm) - unidade: m ²	1,58	12,25	h/m ³
Vigas e Lajes	SINAPI	Concretagem de vigas e lajes, fck=25 mpa, para lajes premoldadas com uso de bomba - lançamento, adensamento e acabamento.	1,12	1,19	h/m ³

Fonte: Adaptado de SINAPI (2024) e TCPO (2017)

Na Tabela 13 é possível perceber que a concretagem das estacas é apresentada na unidade h/m, tanto na tabela do SINAPI, quanto da TCPO. Sendo

assim, a unidade foi convertida para h/m³, por ser a unidade de medição utilizada em obra.

Para o serviço de pilares, foi necessário utilizar duas composições, ou seja, o preparo do concreto e em seguida o seu transporte, lançamento e adensamento.

Já para o serviço de concretagem de lajes e vigas, a unidade de medida considerada na TCPO é h/m², sendo necessário transformar em h/m³.

Sendo assim, a Tabela 14 apresenta a comparação das RUPs médias das Obras 1 e 2, juntamente com os índices dos bancos de dados SINAPI e TCPO.

Tabela 14 - Comparativo de RUPs para o serviço de concretagem

Etapa	SINAPI		TCPO		Obra 1	Obra 2
	Pedreiro (h/m ³)	Servente (h/m ³)	Pedreiro (h/m ³)	Servente (h/m ³)	Equipe: 3 Pedreiros e 2 Serventes (h/m ³)	Equipe: 3 Pedreiros e 2 Serventes (h/m ³)
Estacas	-	4,68	-	2,65	0,54	0,35
Blocos de Coroamento	0,33	0,50	1,65	3,00	1,70	1,40
Vigas Baldrame	0,33	0,50	1,65	3,00	6,41	5,45
Pilares	3,92	9,69	1,65	10,50	20,09	29,40
Laje e Vigas	1,12	1,19	1,58	12,25	1,25	0,88

Fonte: Autoria própria (2024)

Analisando os valores apresentados na Tabela 14, observa-se que, na maioria das etapas, os coeficientes de produtividade obtidos nas Obra 1 e Obra 2 ficaram abaixo dos valores de referência da TCPO e SINAPI, indicando melhor desempenho nas atividades executadas em campo.

Quando comparadas as referências SINAPI e TCPO, verifica-se que o SINAPI apresenta os menores coeficientes de produtividade na maioria das etapas.

4.4 Contrapiso

A execução dos contrapisos nas duas obras considerou as etapas de realização do gabarito, taliscamento, apiloamento do solo, lastro de brita, aplicação de tela de aço e concretagem com espessura de 5cm.

Na Figura 17 é possível observar a execução do serviço de contrapiso em ambas as obras.

Figura 17 - Execução do contrapiso

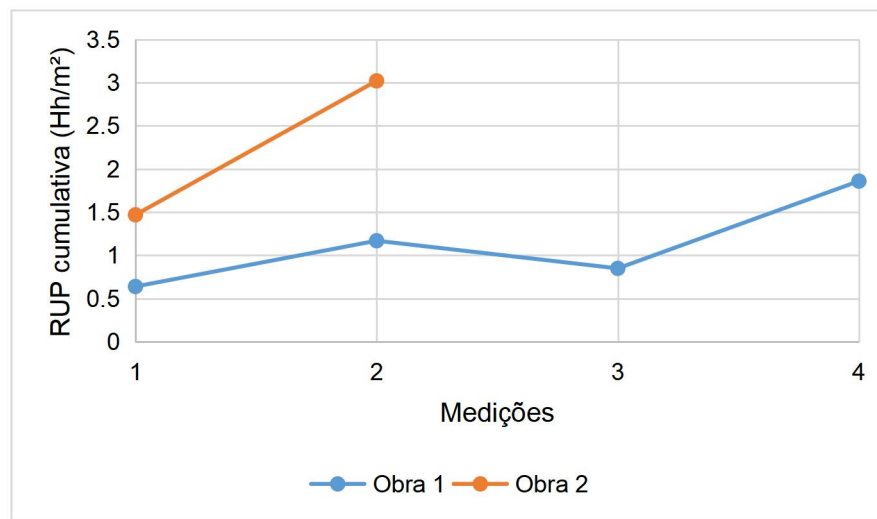
Fonte: Autoria própria (2024)

As medições de contrapiso englobaram as seis etapas executivas simultaneamente, sendo quantificadas em Hh/m². Dessa forma, a Tabela 15 apresenta os índices de produtividade calculados para as duas obras e a Figura 18 mostra os dados no gráfico.

Tabela 15 - Índices de produtividade para o serviço de contrapiso

Medições	Obra 1	Obra 2
	RUP Cumulativa (h/m ²)	RUP Cumulativa (h/m ²)
1	0,64	1,47
2	1,17	3,02
3	0,85	
4	1,86	
Média	1,13	2,25
Desvio Padrão	0,53	1,10
Coef. De Variação (%)	47,19	48,82

Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 18 - RUP cumulativa para o serviço de contrapiso

Fonte: Autoria própria (2024)

Como é possível constatar, a Obra 1 apresentou um índice de produtividade médio inferior ($1,13 \text{ Hh/m}^2$) em comparação com a Obra 2 ($2,25 \text{ Hh/m}^2$), o que indica um melhor desempenho na execução do serviço de contrapiso. No entanto, os coeficientes de variação ($47,19\%$ na Obra 1 e $48,82\%$ na Obra 2) evidenciam uma alta dispersão dos dados em ambas as obras, sugerindo instabilidade na produtividade ao longo das medições.

As ocorrências na Obra 1 incluem apenas o fato do mestre de obras ter entrado em férias por 10 dias úteis, durante os últimos trechos executados.

As ocorrências na Obra 2 incluem:

- Afastamento por motivo de doença de um servente, por 10 dias úteis de serviço.
- Problema com equipamento de compactação do solo, que atrasou 1 dia útil de serviço.

Com a finalidade de comparar os dados, na Tabela 16, tem-se as composições apresentadas no SINAPI e TCPO, separadas por etapas.

Tabela 16 - Índices de produtividade para o contrapiso - TCPO e SINAPI

Etapa	Banco de Dados	Descrição do serviço	Índice Pedreiro	Índice Servente	Un
Aterro do solo	TCPO	Aterro mecanizado de vala empregando compactador de placa vibratória em camadas de 5cm.	-	3,5 0,175	h/m ³ h/m ²
	SINAPI	Aterro manual de valas com solo argilo-arenoso, utilização de compactador de solos de percussão (soquete)	-	0,79 0,04	h/m ³ h/m ²
Lastro de Brita	TCPO	Lastro de brita apiloado com soquete manual para regularização.	-	2,50 0,125	h/m ³ h/m ²
	SINAPI	Lastro com material granular, aplicado em pisos ou lajes sobre solo, espessura de 5 cm.	1,74 0,09	0,76 0,04	h/m ³ h/m ²
Posicionamento de Tela de aço	TCPO	Armadura de tela de aço CA-60 0 4,20 mm - m ²	0,04 0,17	0,08 0,34	h/kg h/m ²
	SINAPI	Armação para execução de radier, piso de concreto ou laje sobre solo, com uso de tela	0,036 0,15	0,013 0,055	h/kg h/m ²
Lastro de Concreto	TCPO	Lastro de concreto, incluindo preparo de caixa, # 5 cm - m ² .	0,53	0,26	h/m ²
	SINAPI	Lastro de concreto magro, aplicado em pisos, lajes sobre solo ou raders.	5,08 0,25	1,84 0,09	h/m ³ h/m ²

Fonte: Adaptado de SINAPI (2024) e TCPO (2017)

Foi possível constatar que todas as unidades precisaram ser transformadas para a unidade utilizada na medição em obra. Para a tela de aço, foi necessário considerar o peso da tela, que é de 4,26 kg/m².

Com relação a tela de aço, não foram encontradas nas tabelas consultadas, a aplicação de telas prontas. Sendo assim, os coeficientes apresentados consideram corte, dobra e montagem da tela. Como na obra a tela estava pronta, bastando aplicar no piso, para efetuar a comparação, foi desconsiderado o índice dos pedreiros das tabelas, que são os responsáveis por efetuar a montagem.

Portanto, na Tabela 17, é possível observar a comparação das RUPs médias das Obras 1 e 2, com os dados apresentados nas tabelas da TCPO e SINAPI. Vale destacar que os dados dessas tabelas foram somados, para considerar um único serviço, conforme medição feita em obra.

Tabela 17 - Comparativo de RUPs para o serviço de contrapiso

SINAPI		TCPO		Obra 1	Obra 2
Pedreiro (h/m ²)	Servente (h/m ²)	Pedreiro (h/m ²)	Servente (h/m ²)	Equipe: 5 Pedreiros e 3 Serventes (h/m ²)	Equipe: 5 Pedreiros e 3 Serventes (h/m ²)
0,34	0,22	0,53	0,90	1,13	2,25

Fonte: Autoria própria (2024)

Observa-se que os índices de produtividade do pedreiro e servente nas composições do SINAPI são menores que os da TCPO. A produtividade da Obra 1 foi maior que na Obra 2.

4.5 Fôrmas para estruturas de concreto armado

As obras estudadas adotaram o uso de fôrmas de madeira de apenas uma utilização.

A seguir, na Figura 19, é possível observar a execução de fôrmas para blocos de coroamento, vigas e pilares.

Figura 19 - Fôrmas para blocos, vigas e pilares



a) Obra 1



b) Obra 2



c) Obra 2

Fonte: Autoria própria (2024)

A Tabela 18 apresenta os índices de produtividade calculados para as duas obras.

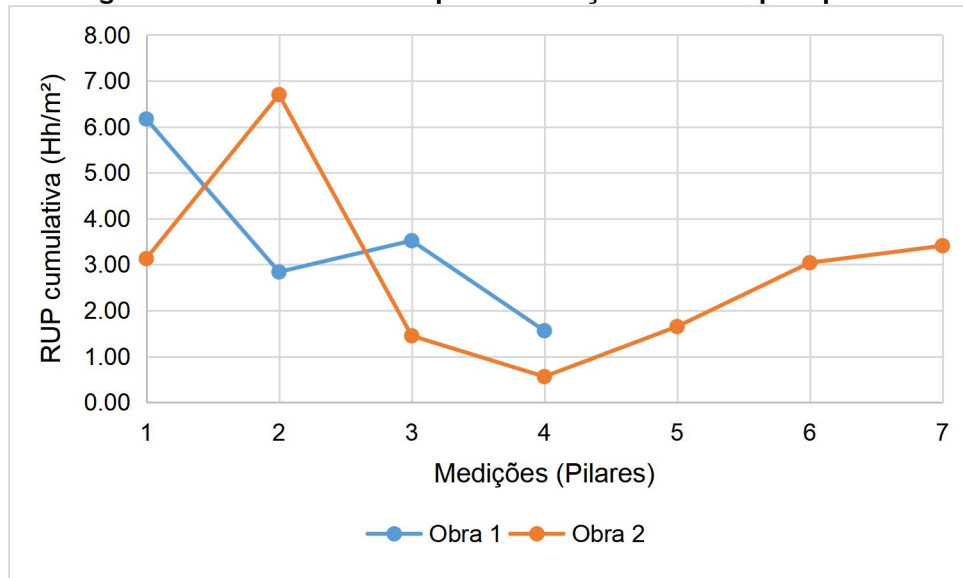
Tabela 18 - Índices de produtividade para o serviço de fôrmas

Medições	RUP Cumulativa (h/m ²)							
	Obra 1				Obra 2			
	Blocos	Vigas baldrame	Pilares	Vigas	Blocos	Vigas baldrame	Pilares	Vigas
1	5,19	1,03	6,17	1,89	2,75	0,95	3,13	3,54
2			2,84	3,39			6,70	1,88
3			3,52	6,10			1,45	
4			1,56				0,56	
5							1,65	
6							3,04	
7							3,41	
Média	5,19	1,03	3,52	3,79	2,75	0,95	2,85	2,71
Desvio Padrão			1,94	2,13			2,00	1,17
CV(%)			55,16	56,25			70,06	43,31

Fonte: Autoria própria (2024)

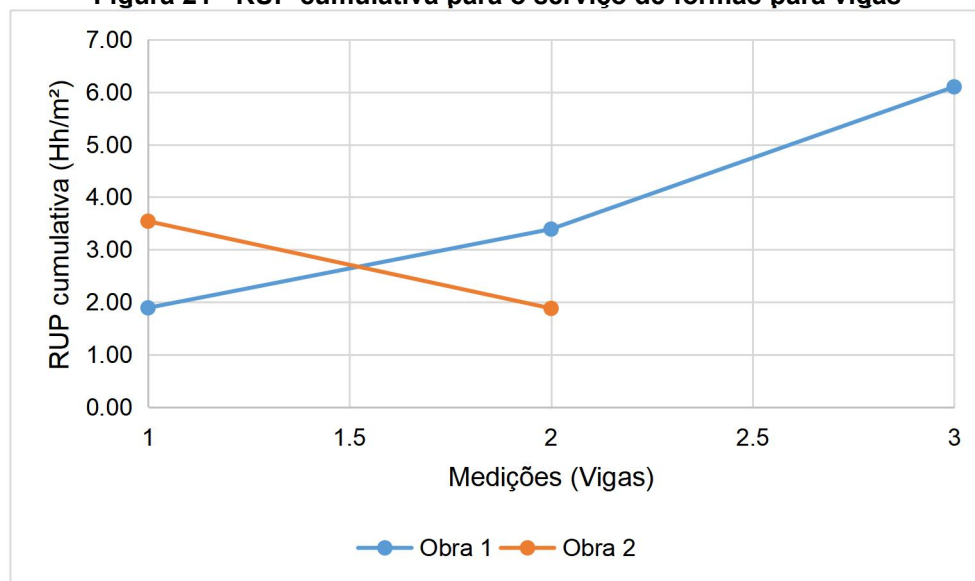
Em complemento, as Figuras 20 e 21 destacam graficamente os dados de RUPs cumulativas para pilares e vigas.

Figura 20 - RUP cumulativa para o serviço de fôrmas para pilares



Fonte: O autor (2024)

Figura 21 - RUP cumulativa para o serviço de fôrmas para vigas



Fonte: Autoria própria (2024)

Nas etapas de blocos de coroamento e vigas baldrame não foram constatadas ocorrências nas Obras 1 e 2. Contudo, na etapa de pilares e vigas, as ocorrências na Obra 1 foram:

- Presença de cerca elétrica na residência vizinha, impedindo a montagem das caixas das vigas na divisa (2 dias).
- Ausência não justificada de um servente por 4 dias úteis de serviço.
- Retrabalho de vigas no pavimento superior, resultando em 2 dias úteis de correção.

Na Obra 2, novamente, nas etapas de blocos de coroamento e vigas baldrames, não houve nenhuma ocorrência que interferisse na execução dos serviços. Entretanto, na etapa de pilares e vigas, as seguintes ocorrências foram registradas:

- Afastamento de um pedreiro por atestado médico por 4 dias úteis.
- Realocação de um pedreiro por 2 dias para execução de outra atividade.

Com a finalidade de comparar os dados, a Tabela 19 apresenta os índices de produtividade obtidos para cada etapa, retirados das tabelas do SINAPI e TCPO

Tabela 19 - Índices de produtividade de fôrmas - TCPO e SINAPI

Etapa	Banco de Dados	Descrição do serviço	Índice Pedreiro (h/m²)	Índice Servente (h/m²)
Blocos de Coroamento	TCPO	Fôrma de madeira para fundação, com tábuas e sarrafos, 1 aproveitamento.	3,20	0,80
	SINAPI	Fabricação, montagem e desmontagem de fôrma para bloco de coroamento, em madeira serrada, e=25 mm, 1 utilização.	1,59	0,65
Vigas Baldrame	TCPO	Fôrma de madeira para fundação, com tábuas e sarrafos, 1 aproveitamento.	3,20	0,80
	SINAPI	Fabricação, montagem e desmontagem de fôrma para viga baldrame, em madeira serrada, e=25 mm, 1 utilização.	1,35	0,55
Pilares	TCPO	Fôrma de madeira maciça para pilares, com tábuas e sarrafos, 1 aproveitamento.	2,56	0,64
	SINAPI	Montagem e desmontagem de fôrma de pilares retangulares e estruturas similares, pé-direito simples, em madeira serrada, 1 utilização.	3,02	0,55
Vigas	TCPO	Fôrma de madeira maciça para vigas, com tábuas e sarrafos, 1 aproveitamento.	2,56	0,64
	SINAPI	Montagem e desmontagem de fôrma de viga, escoramento com pontalete de madeira, pé-direito simples, em madeira serrada, 1 utilização.	2,48	0,45

Fonte: Adaptado de SINAPI (2024) e TCPO (2017)

A Tabela 20 apresenta, portanto, a comparação entre os coeficientes dos bancos de dados e os índices obtidos nas obras estudadas.

Tabela 20 - Comparativo de RUPs para o serviço de fôrmas

Etapa	SINAPI		TCPO		Obra 1	Obra 2
	Carpinteiro (h/m ²)	Servente (h/m ²)	Carpinteiro (h/m ²)	Servente (h/m ²)	Equipe: 3 Pedreiros e 2 Serventes (h/m ²)	Equipe: 3 Pedreiros e 2 Serventes (h/m ²)
Blocos de Coroamento	1,59	0,65	3,20	0,80	5,19	2,75
Vigas Baldrame	1,35	0,55	3,20	0,80	1,03	0,95
Pilares	3,02	0,55	2,56	0,64	3,52	2,85
Vigas	2,48	0,45	2,56	0,64	3,79	2,71

Fonte: Autoria própria (2024)

Ao comparar os dados do SINAPI e TCPO, observou-se que a TCPO apresenta um maior consumo de mão de obra. Essa diferença é mais evidente nas etapas de execução de blocos de coroamento e vigas baldrame. Já a produtividade média da Obra 1 é menor que da Obra 2 em todos os serviços.

4.6 Montagem de laje treliçada

A execução de lajes treliçadas, considerou o escoramento e montagem da laje treliçada, com enchimento em EPS, para laje de espessura de 12cm. Entretanto, em áreas em balanço foram utilizadas lajotas cerâmicas.

A Figura 21 apresenta, respectivamente, o escoramento realizado na Obra 1 e a execução finalizada da laje treliçada na Obra 2.

Figura 22 - Escoramento e montagem de laje treliçada



Fonte: Autoria própria (2024)

Na Tabela 21, é possível observar as medições das duas lajes treliçadas executadas nas duas obras.

Tabela 21 - Índices de produtividade para o serviço de montagem de laje

Medições	Obra 1	Obra 2
	RUP Cumulativa (h/m ²)	RUP Cumulativa (h/m ²)
1	2,54	1,10
2	2,21	
Média	2,38	1,10
Desvio Padrão	0,23	
Coef. De Variação (%)	9,83	

Fonte: Autoria própria (2024)

Observa-se que a Obra 2 obteve melhor desempenho em comparação com a Obra 1, com uma média de 1,10 Hh/m², enquanto a Obra 1 registrou 2,38 Hh/m², indicando que a Obra 2 demandou menos tempo por metro quadrado para execução deste serviço. O coeficiente de variação (CV) revela maior estabilidade na produtividade da Obra 1, com 9,83%, refletindo uma menor dispersão em torno da média.

Como ocorrências, só foi constatado o atraso na entrega de EPS de um dia útil na Obra 1.

A Tabela 22 apresenta os dados de produtividade das tabelas do SINAPI e TCPO.

Tabela 22 - Índices de produtividade para a laje - TCPO e SINAPI

Banco de Dados	Descrição da Composição	Índice Pedreiro (h/m ²)	Índice Servente (h/m ²)
TCPO	Laje pré-fabricada treliçada para piso ou cobertura, largura 25 cm, e = 12 cm (capeamento 4 cm, elemento de enchimento 5 cm e pré-laje 3 cm).	0,64	1,47
SINAPI	Laje pré-moldada unidirecional, biapoiada, enchimento em EPS, vigota treliçada, altura total da laje (enchimento+capa) = (8+4).	0,47	0,32

Fonte: Adaptado de SINAPI (2024) e TCPO (2017)

Ao analisar a Tabela 22, tem-se que ambas as composições englobam todas as etapas necessárias para executar a laje treliçada, também com 12 cm de espessura. Por fim, na Tabela 23 é apresentada a comparação dos índices das Obras 1 e 2, com os índices do SINAPI e TCPO.

Tabela 23 - Comparativo de RUPs para o serviço de montagem de laje

SINAPI		TCPO		Obra 1	Obra 2
Carpinteiro (h/m ²)	Servente (h/m ²)	Carpinteiro (h/m ²)	Servente (h/m ²)	Equipe: 3 Pedreiros e 2 Serventes (h/m ²)	Equipe: 3 Pedreiros e 2 Serventes (h/m ²)
0,47	0,32	0,64	1,47	2,38	1,10

Fonte: Autoria própria (2024)

Em resumo, a Obra 1 apresenta uma produtividade inferior em comparação com a Obra 2, possivelmente por se tratar de uma obra de dois pavimentos. Além disso, os coeficientes do SINAPI indicam uma produtividade superior àquela sugerida pelo TCPO.

4.7 Revestimento argamassado

As medições do revestimento argamassado nas duas obras abrangeram as etapas de chapisco, taliscamento e aplicação do emboço em camada única. Na

Figura 23, são apresentadas, respectivamente, a etapa de chapisco e taliscamento concluídas na Obra 2 e o emboço em camada única finalizado na Obra 1.

Figura 23 - Chapisco, taliscamento e emboço



Fonte: Autoria própria (2024)

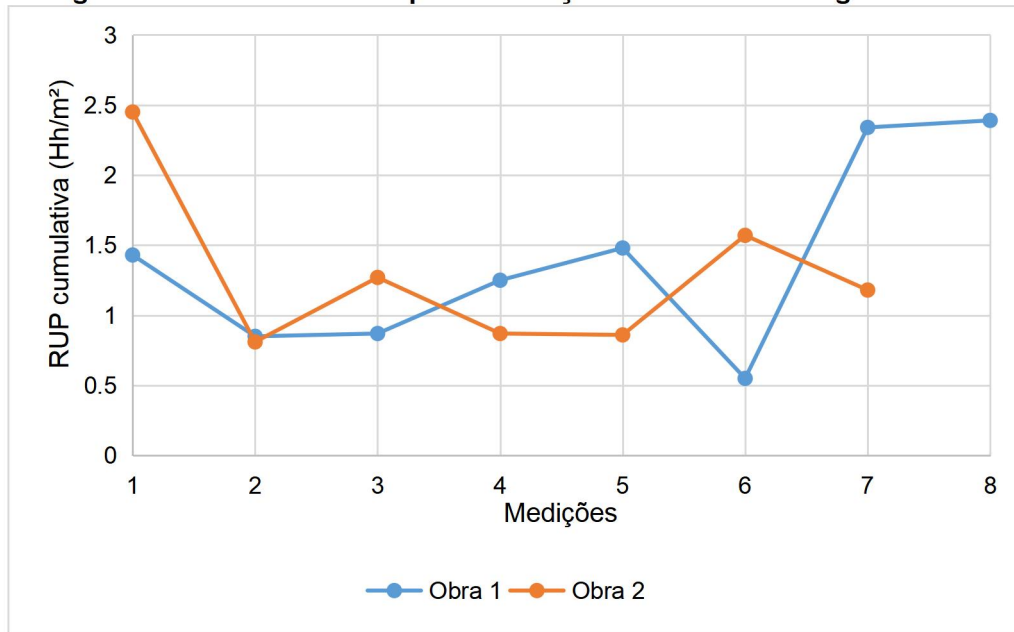
A Tabela 24 apresenta os índices de produtividade calculados para as duas obras, enquanto a Figura 24 destaca graficamente os dados obtidos.

Tabela 24 - Índices de produtividade para os revestimentos argamassado

Medições	Obra 1	Obra 2
	RUP Cumulativa (h/m ²)	RUP Cumulativa (h/m ²)
1	1,43	2,45
2	0,85	0,81
3	0,87	1,27
4	1,25	0,87
5	1,48	0,86
6	0,55	1,57
7	2,34	1,18
8	2,39	
Média	1,40	1,29
Desvio Padrão	0,68	0,58
Coef. De Variação (%)	48,46	45,17

Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 24 - RUP cumulativa para o serviço de revestimento argamassado



Fonte: Autoria própria (2024)

Foi obtida uma diferença percentual de 8,53% entre as médias de medições de revestimentos argamassados (1,40 para a Obra 1 e 1,29 para a Obra 2). Contudo, os coeficientes de variação obtidos foram altos para as duas obras.

Não houve nenhuma ocorrência na Obra 1. Algumas ocorrências foram constatadas na Obra 2, como:

- Falha elétrica na betoneira, atrasando o revestimento em meio dia útil.
- Chuva forte, durante 2 dias úteis seguidos.

Com a finalidade de comparar os dados supracitados, na Tabela 25, tem-se as composições utilizadas pela SINAPI e TCPO.

Tabela 25 - Índices de produtividade para os revestimentos - TCPO e SINAPI

Etapa	Banco de Dados	Descrição do serviço	Índice Pedreiro	Índice Servente	Un
Chapisco	TCPO	Preparar da argamassa: Argamassa traço 1:3, areia média lavada, preparo mecânico com betoneira 400 L.		10 0,05	h/m ³ h/m ²
		Aplicação da argamassa: Chapisco para parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:3, preparo em betoneira, e = 5 mm.	0,10	0,10	h/m ²
	SINAPI	Preparar da argamassa: Argamassa traço 1:3 (em volume de cimento e areia grossa úmida) para chapisco convencional, preparo mecânico com betoneira 400 L.		4,32 0,022	h/m ³ h/m ²
		Aplicação da argamassa: Chapisco aplicado em alvenarias e estruturas de concreto internas, com colher de pedreiro. argamassa traço 1:3 com preparo em betoneira 400L.	0,07	0,03	h/m ²
Emboço	TCPO	Preparar da argamassa: Argamassa mista de cimento, cal e areia, traço 1:2:8, preparo mecânico com betoneira 400L.	-	10 0,05	h/m ³ h/m ²
		Aplicação da argamassa: Emboço para parede interna esp.: 3 cm com argamassa mista de cimento, cal e areia traço 1:2:8 - m2	0,57	0,34	
	SINAPI	Preparar da argamassa: Argamassa traço 1:2:8 (em volume de cimento, cal e areia média úmida) para emboço/massa única/assentamento de alvenaria de vedação, preparo mecânico com betoneira 400 L.	-	4,5 0,023	h/m ³ h/m ²
		Aplicação da argamassa: Massa única, em argamassa traço 1:2:8, preparo mecânico, aplicada manualmente em paredes internas de ambientes com área maior que 10m ² , e = 17,5mm, com taliscas.	0,39	0,19	h/m ²

Fonte: Adaptado de SINAPI (2024) e TCPO (2017)

Nas etapas de preparo de argamassa, os coeficientes de produtividade das tabelas do SINAPI e TCPO estão em h/m³. Desta forma, foi necessário fazer a

transformação para h/m², considerando a espessura de 5mm e 15mm para o chapisco e emboço, respectivamente.

A Tabela 26 apresenta a comparação das RUPs médias das Obras 1 e 2, juntamente com os índices de produtividade de pedreiro e servente, para o serviço argamassado (chapisco e emboço).

Tabela 26 - Comparativo de RUPs para o serviço de revestimentos

SINAPI		TCPO		Obra 1	Obra 2
Pedreiro (h/m ²)	Servente (h/m ²)	Pedreiro (h/m ²)	Servente (h/m ²)	Equipe: 5 Pedreiros e 3 Serventes (h/m ²)	Equipe: 5 Pedreiros e 3 Serventes (h/m ²)
0,46	0,27	0,67	0,54	1,40	1,29

Fonte: Autoria própria (2024)

Em resumo, novamente, os coeficientes do SINAPI indicam uma produtividade superior àquela sugerida pelo TCPO. Os índices das duas obras apresentaram produtividades inferiores as duas fontes consultadas.

4.8 Síntese dos resultados

A Tabela 27 apresenta uma síntese dos índices de produtividade.

Tabela 27 - Síntese dos índices de produtividade

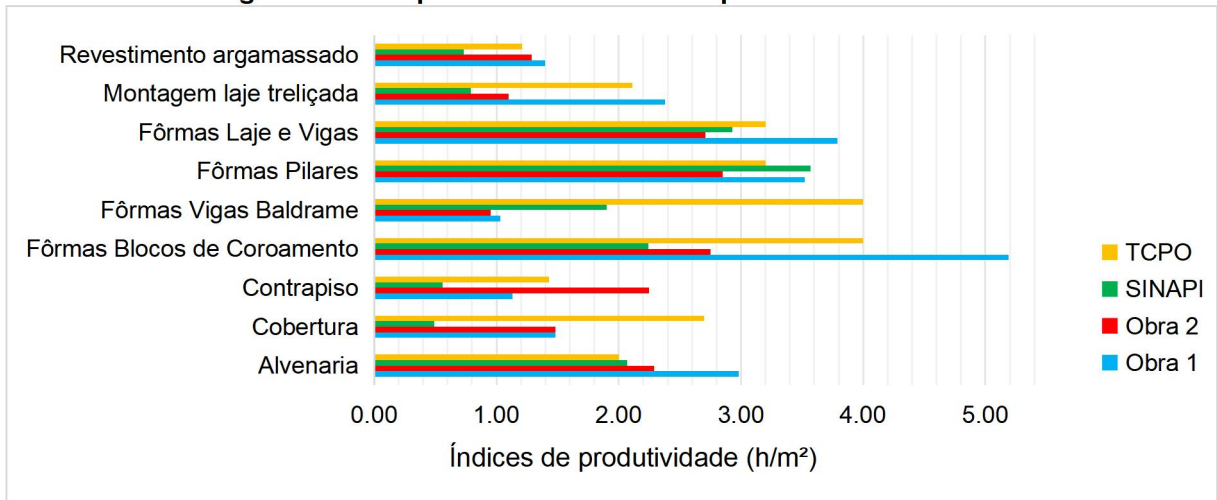
	Serviços	un	Obra 1	Obra 2	SINAPI	TCPO
Concretagem	Alvenaria	h/m ²	2,98	2,29	2,07	2,00
	Cobertura	h/m ²	1,48	1,48	0,49	2,70
	Concretagem Estacas	h/m ²	0,54	0,35	4,68	2,65
	Concretagem Blocos	h/m ³	1,70	1,40	0,83	4,65
	Concretagem Vigas	h/m ³	6,41	5,45	0,83	4,65
	Baldrame	h/m ³	20,09	29,40	13,61	12,15
	Concretagem Pilares	h/m ³	1,25	0,88	2,31	13,83
	Concretagem Laje e Vigas	h/m ³	1,13	2,25	0,56	1,43
Fôrmas	Contrapiso	h/m ²	5,19	2,75	2,24	4,00
	Fôrmas Blocos	h/m ²	1,03	0,95	1,90	4,00
	Fôrmas Vigas Baldrame	h/m ²	3,52	2,85	3,57	3,20
	Fôrmas Pilares	h/m ²	3,79	2,71	2,93	3,20
	Fôrmas Laje e Vigas	h/m ²	2,38	1,10	0,79	2,11
	Montagem laje treliçada	h/m ²	1,40	1,29	0,73	1,21
	Revestimento argamassado	h/m ²				

Fonte: Autoria própria (2024)

Como os dados do SINAPI e TCPO apresentam índices separados para pedreiro e servente, foi efetuada a soma, para obter a produtividade da equipe, assim como calculado nas obras da pesquisa.

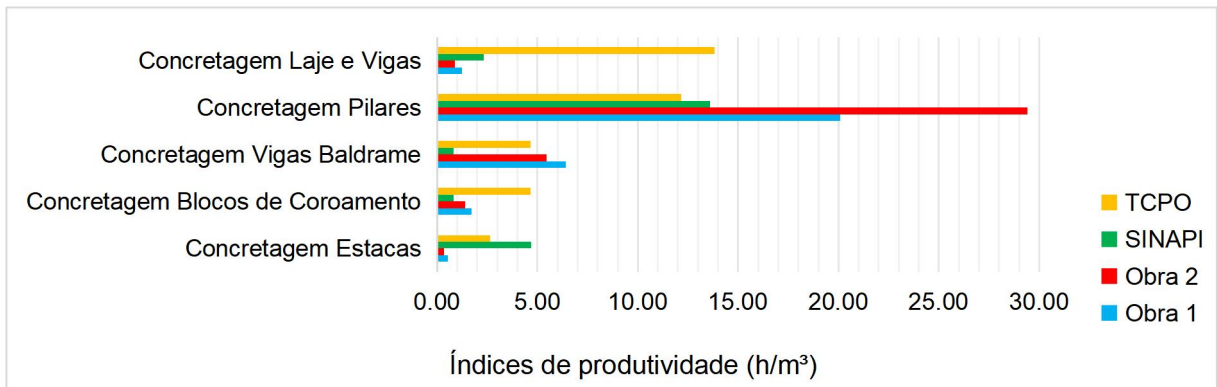
Para melhor visualização dos dados, as Figuras 25 e 26 apresentam um comparativo de forma gráfica, separando os índices em unidades h/m^2 e h/m^3 , respectivamente.

Figura 25 - Comparativo dos índices de produtividade em h/m^2



Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 26 - Comparativo dos índices de produtividade em h/m^3



Fonte: Autoria própria (2024)

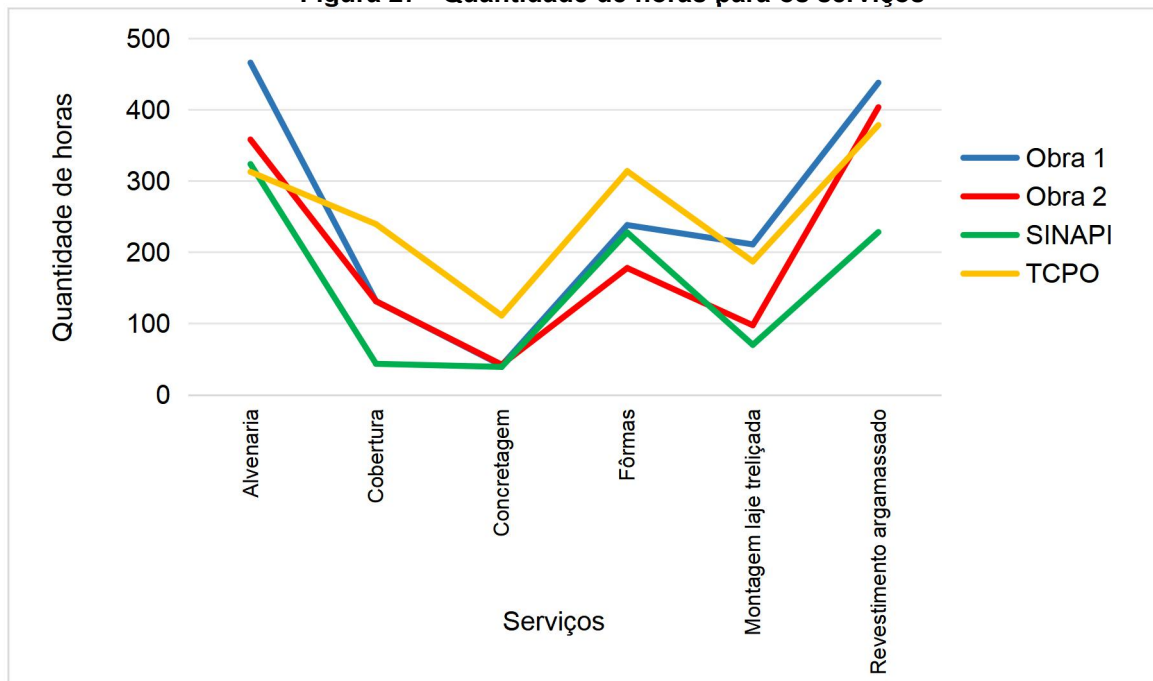
Foi possível constatar que os índices do SINAPI foram os menores, na maioria dos serviços. Porém, para analisar de forma mais geral os resultados, a Tabela 28 apresenta as quantidades de serviço para uma residência de 70m^2 , que foi utilizada para cálculo da quantidade de mão de obra, com os dados obtidos neste trabalho.

Tabela 28 - Quantidade de serviço para uma residência de 70m²

	Serviços	Quantidade	un
	Alvenaria	156,305	m ²
	Cobertura	88,62	m ²
	Estacas	2,87	m ³
	Blocos de Coroamento	0,729	m ³
Concretagem	Vigas Baldrame	2,657	m ³
	Pilares	0,706	m ³
	Laje e Vigas	5,73	m ³
	Contrapiso	61,42	m ²
	Blocos de Coroamento	6,48	m ²
Fôrmas	Vigas Baldrame	35,43	m ²
	Pilares	18,816	m ²
	Laje e Vigas	26,815	m ²
	Montagem laje treliçada	88,62	m ²
	Revestimento argamassado	312,61	m ²

Fonte: Autoria própria (2024)

Com as quantidades de serviço apresentadas na Tabela 28, foi efetuada a multiplicação dos índices de produtividade obtidos para as duas obras da presente pesquisa, bem como pelos índices das tabelas do SINAPI e TCPO. Com isso, obtiveram-se as quantidades de horas de mão de obra para cada um dos serviços, conforme apresentado na Figura 27.

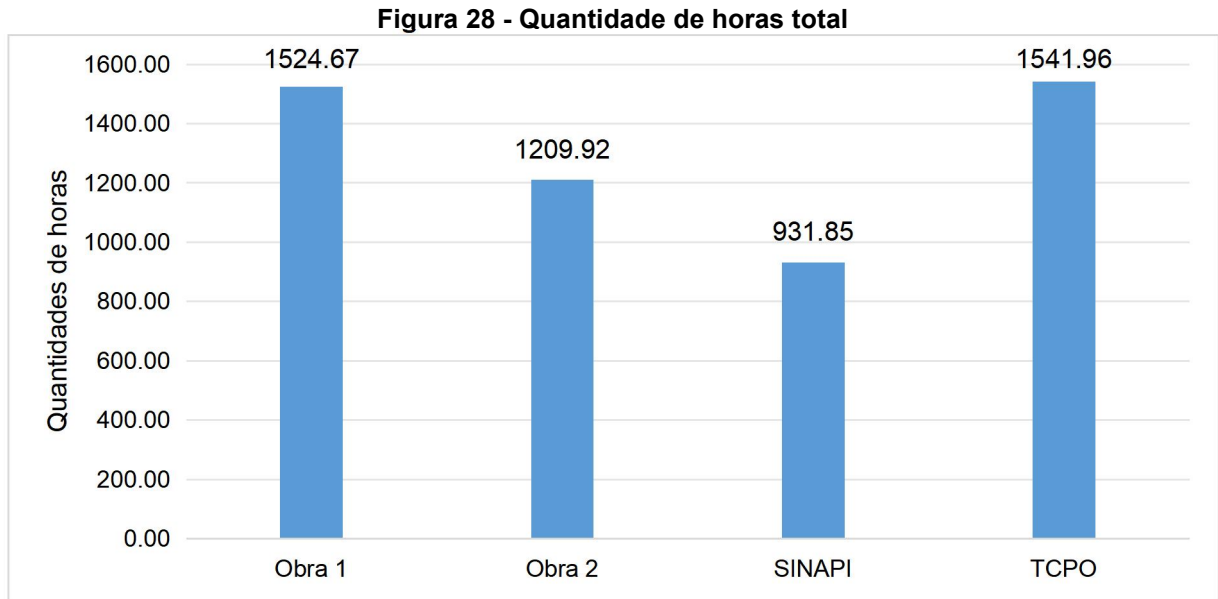
Figura 27 - Quantidade de horas para os serviços

Fonte: Autoria própria (2024)

Foi possível constatar que para cada serviço obteve-se um comportamento dos dados. Enquanto a TCPO apresenta o maior consumo de horas para os

serviços de concretagem e fôrmas, apresenta a menor quantidade de horas para o serviço de alvenaria. No geral, a quantidade de horas obtidas com o uso do SINAPI foi a menor entre as fontes de dados analisadas.

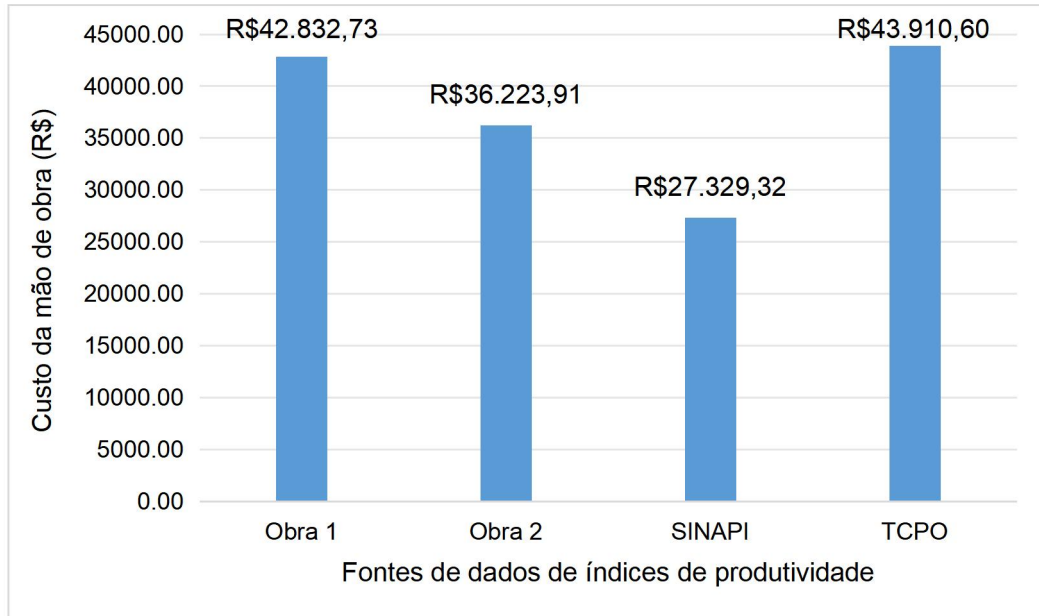
Para complementar a análise, foi gerado o gráfico apresentado na Figura 28, qua apresenta a quantidade total de horas para execução dos seis serviços analisados para a residência de 70m².



Fonte: Autoria própria (2024)

Com isso foi possível constatar que a quantidade de horas obtidas com os índices obtidos para a Obra 1 é semelhante a quantidade de horas obtida com o uso dos dados da TCPO. A maior diferença encontrada se refere a utilização dos índices do SINAPI.

Analisando em termos financeiros, considerando um salário da região de Toledo, para as categorias profissionais de oficial e servente, R\$31,34/h e R\$22,40/h, é possível obter os custos apresentados na Figura 29.

Figura 29 - Custos da mão de obra

Fonte: Autoria própria (2024)

Com isso, é possível perceber que o uso de índices de produtividade de fontes variadas, pode conduzir a distorções na realização de orçamentos. Analisando o custo da mão de obra para a Obra 1, observa-se que caso o orçamento fosse realizado com os dados do SINAPI, teria se obtido um custo de aproximadamente 36% inferior.

Com isso fica evidenciada a necessidade de conhecimento dos próprios índices de obra, para que sejam realizados orçamentos mais precisos.

Por fim, a Tabela 29 apresenta uma síntese geral dos índices gerados na pesquisa.

Tabela 29 - Resumo geral dos índices de produtividade

Serviço	Obra 1					Obra 2				
	RUP cumulativa					RUP cumulativa				
	Mínima	Média	Máxima	Un.	CV (%)	Mínima	Média	Máxima	Un.	CV (%)
Alvenaria de Vedação	1,02	2,98	6,94		58,68	0,44	2,29	4,69		45,85
Cobertura	1,23	1,48	1,99		29,58	1,10	1,48	2,28		31,77
Contrapiso	0,64	1,13	1,86		47,19	1,47	2,25	3,02		48,82
Montagem da laje treliçada	2,21	2,38	2,54	h/m ²	9,83	1,10	1,10	1,10	h/m ²	-
Revestimento argamassado	0,55	1,40	2,39		48,46	0,81	1,29	2,45		45,17
Estacas	0,54	0,54	0,54		-	0,35	0,35	0,35		-
Blocos de coroamento	1,70	1,70	1,70		-	1,40	1,40	1,40		-
Vigas baldrame	6,41	6,41	6,41	h/m ³	-	5,45	5,45	5,45	h/m ³	-
Pilares	4,63	20,09	52,08		107,5	19,84	29,40	39,53		26,27
Laje e Vigas	1,17	1,25	1,32		8,52	0,88	0,88	0,88		-
Blocos de coroamento	5,19	5,19	5,19		-	2,75	2,75	2,75		-
Vigas baldrame	1,03	1,03	1,03		-	0,95	0,95	0,95		-
Pilares	1,56	3,52	6,17	h/m ²	55,16	0,56	2,85	6,70	h/m ²	70,06
Vigas	1,89	3,79	6,10		56,25	1,88	2,71	3,54		43,31

Fonte: Autoria própria (2024)

Neste sentido, embora os elevados coeficientes de variação, os dados apresentados permitem a visualização dos índices mínimos, médios ou máximos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado destaca que a Razão Unitária de Produção (RUP) é um indicador essencial para mensurar e melhorar a produtividade em obras residenciais. A pesquisa demonstrou que é fundamental considerar as especificidades de cada serviço, como alvenaria, concretagem e revestimentos, além de fatores que afetam diretamente a eficiência, como as condições climáticas, a disponibilidade de materiais e as qualificações da equipe.

A comparação entre os dados coletados nas obras analisadas e as referências fornecidas pelo SINAPI e TCPO revelou discrepâncias significativas. Esses resultados evidenciam a necessidade de ajustes nos bancos de dados para que representem de forma mais fiel as condições reais de campo.

Os objetivos específicos foram alcançados com êxito, incluindo o cálculo da RUP cumulativa para os serviços estudados, a identificação de fatores que influenciam a produtividade da mão de obra e a comparação com os bancos de dados SINAPI e TCPO. Assim, o objetivo geral de apresentar indicadores mínimos, médios e máximos para a execução de serviços em obras residenciais também foi plenamente atendido.

Um ponto relevante observado foi a diferença na forma de apresentar os dados: enquanto os bancos de dados segmentam os índices de produtividade por categoria profissional, nas obras os serviços são realizados por equipes, sendo mensurados em conjunto. Essa distinção reforça a importância de realizar medições em campo por períodos mais longos, a fim de validar os intervalos de dados obtidos e garantir maior representatividade das condições reais. Além disso, recomenda-se expandir o escopo para incluir obras de diferentes tipos e padrões, ampliando a aplicabilidade dos resultados.

Como sugestão para trabalhos futuros, tem-se a realização de pesquisa semelhante a desenvolvida neste trabalho, para outros serviços.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. **Estudo da influência de fatores de produtividade no aumento do custo e do prazo em obras de construção civil**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- ARAÚJO, Lissa Gomes. **Quantificação da influência dos parâmetros da produtividade da mão de obra na construção civil por meio de sistemas fuzzy de inferência**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.
- BICHINSKI, Wyllian Ferreira. **Vantagens e benefícios da industrialização de processos na construção de edificações**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.
- BOERIZ, T. A.; GONÇALES FILHO, M. **Gestão da qualidade na prevenção dos desperdícios em canteiro de obras da construção civil**. *Brazilian Journal of Production Engineering*, v. 7, n. 3, p. 71-84, 2021.
- COSTA NETO, Renato Peixoto da et al. **Gestão da produtividade total: definição de produtividade a partir de sete constatações**. *Revista de Engenharia da Universidade Católica de Petrópolis*, v. 7, n. 2, p. 83-94, 2012.
- CRUZ, R. J. P.; SAFFARO, F. A.; LANTELME, E. M. V. **Padrões emergentes na construção civil: a padronização baseada na improvisação**. *Ambiente Construído*, v. 22, n. 4, p. 299-319, 2022.
- DE OLIVEIRA, Francisco Adonias et al. **Produtividade na orçamentação: estudo da produtividade orçamentária em um edifício residencial com três pavimentos**. *PARAMÉTRICA*, v. 14, n. 2, 2022.
- FROTA, José Igor Pereira et al. **Estudo comparativo dos coeficientes de produção de mão de obra na execução de edificações residenciais unifamiliares no interior do Ceará**. *Brazilian Journal of Development*, v. 8, n. 6, p. 46811-46825, jun. 2022.
- GONZAGA, Carlos Mateus Gonçalves. **Produtividade variável em obras de terraplanagem de vias com diferentes níveis de interferências: um estudo de caso**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.
- LIMA, George Cunha Correia. **Análise da produtividade pelo método da razão unitária de produção (RUP) em uma obra de alvenaria estrutural**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.
- LORENZON, I. A.; MARTINS, R. A. **Discussão sobre a medição de desempenho na lean construction**. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13., 2006, Bauru. Anais [...]. Bauru: Universidade Estadual Paulista, 2006.

MACEDO, A. D. L. **Business Intelligence: desenvolvimento de um modelo de controle de produtividade**. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2023.

MACIEL, Amanda Patrícia; NETO, Alfredo Iarozinski. **Análise da produtividade de características da mão de obra em canteiros de obra da região Sul e Sudeste do Brasil**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022. Anais [...]. 2022. p. 1-11.

PARIZI, C. C.; NÄÄS, I. A.; ARCIA, S. **Fatores que influenciam na produtividade do trabalhador da construção civil**. *Revista Espacios*, v. 38, n. 19, p. 26, 2017.

REIS, Camila Candida Compagnoni dos et al. **Construção civil: análise do comportamento da mão de obra e da produtividade na cidade de Santa Maria (RS)**. *Revista Científica Hermes*, n. 17, p. 167-183, jan.-abr. 2017.

SILVA, C. F.; AMARAL, D. R. B. **Utilização de tecnologias nos canteiros de obras na melhoria da produtividade e na redução de acidentes de trabalho**. *Humanidades & Tecnologia*, v. 34, p. 324-329, 2022.

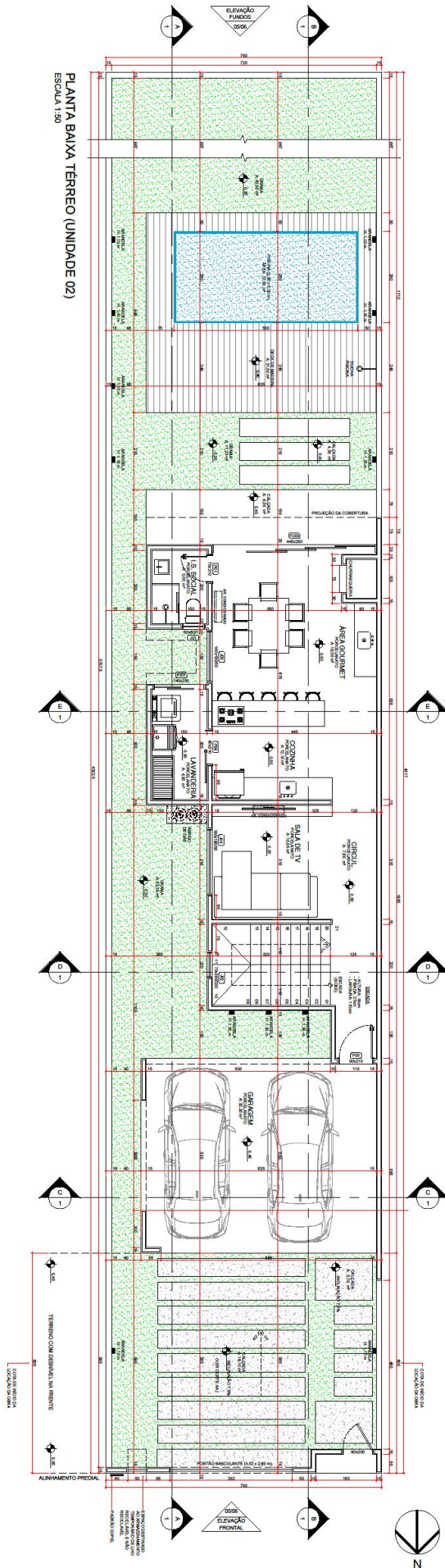
SINAPI: metodologias e conceitos: **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. 9. ed. Brasília: Caixa Econômica Federal, 2024.

SOUZA, B. A.; SANTOS, D. de G. **Comparativo entre a distribuição dos tempos na produção com índices de produtividade para o serviço de montagem de fôrma de madeira**. *Scientia Plena*, v. 11, n. 11, p. 13307, 2015.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Como medir a produtividade da mão-de-obra na construção civil**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2000. Anais [...]. 2000. p. 1-10.

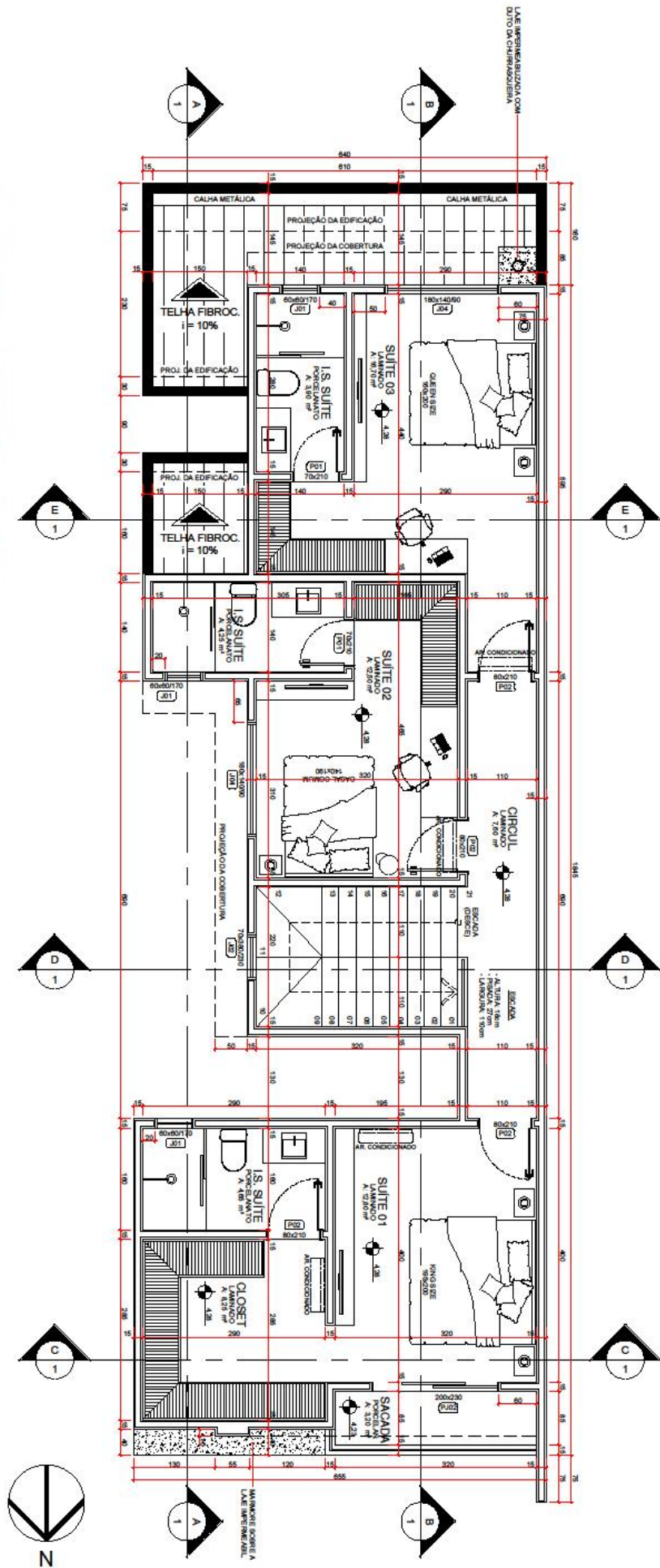
TCPO: **tabela de composições de preços para orçamentos**. 15. ed. São Paulo: PINI, 2017. 1028 p.

ANEXO A - Planta Baixa (Obra 1)



ANEXO B - Planta Superior (Obra 1)

PLANTA BAIXA SUPERIOR (UNIDADE 02)
 ESCALA 1:50



LEGENDA DE CORES - PLATIBANDA

14,00 METROS
 ALTURA
 CONCRETO ESTRUTURAL

ANEXO C - Planta Baixa (Obra 2)

