

ANÁLISE COMPARATIVA DA PRODUTIVIDADE E DO CUSTO DE MÃO DE OBRA ENTRE ESCORAMENTO METÁLICO E EM MADEIRA

Beatriz Budni Brigido¹
Graziela Olivo Fermo²

Resumo: O presente estudo analisa comparativamente a produtividade e o custo de mão de obra na execução de lajes maciças moldadas *in loco* utilizando dois sistemas de escoramento: metálico e em madeira. A pesquisa foi conduzida em um empreendimento residencial multifamiliar localizado em Criciúma-SC, adotando abordagem hipotético-dedutiva. Os dados de campo foram coletados durante a execução dos 4º e 5º pavimentos, permitindo a determinação da Razão Unitária de Produção (RUP). Os resultados evidenciaram que o sistema metálico apresentou valores de RUP significativamente inferiores aos observados no sistema em madeira, representando maior eficiência produtiva e redução nos custos diretos de mão de obra. Constatou-se ainda que a composição equilibrada da equipe exerce influência determinante sobre o desempenho, sendo a ausência de serventes responsável por quedas pontuais de produtividade. Conclui-se que o uso do escoramento metálico proporciona ganhos expressivos de desempenho físico e econômico, além de favorecer a padronização e a racionalização dos processos construtivos. O estudo reforça a importância do controle sistemático da produtividade como ferramenta de gestão e propõe o escoramento metálico como alternativa viável para obras que buscam eficiência, previsibilidade e competitividade no setor da construção civil.

Palavras-chave: produtividade; escoramento metálico; custo de mão de obra; construção civil; SINAPI.

COMPARATIVE ANALYSIS OF PRODUCTIVITY AND LABOR COSTS BETWEEN METAL AND TIMBER SHORING SYSTEMS

Abstract: The present study comparatively analyzes labor productivity and labor costs in the execution of cast-in-place solid slabs using two shoring systems: metal and timber. The research was conducted in a multifamily residential building located in Criciúma, SC, employing a hypothetical-deductive approach. Field data were collected during the execution of the 4th and 5th floors, enabling the determination of the Unitary Production Ratio (RUP). The results showed that the metal shoring system presented significantly lower RUP values compared to the timber system, indicating higher productive efficiency and reduced direct labor costs. The study also found that a balanced crew composition has a decisive influence on performance, with the absence of helpers leading to specific drops in productivity. It is concluded that the use of metal shoring provides significant gains in physical and economic performance, in addition to promoting the standardization and rationalization of construction processes. The study reinforces the importance of systematic productivity control as a management tool and proposes metal shoring as a viable alternative for projects seeking efficiency, predictability, and competitiveness in the construction sector.

¹ Acadêmica do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Santa Catarina Campus Criciúma. beatriz.bb@aluno.ifsc.edu.br.

² Professora mestre do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Santa Catarina Campus Criciúma. graziela.olivo@ifsc.edu.br.

Keywords: productivity; metal shoring; labor cost; construction industry; SINAPI.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil destaca-se como um dos setores mais relevantes da economia brasileira, evidenciado pelo seu desempenho em 2024, quando registrou um crescimento de 4,3% e encerrou o ano com um Produto Interno Bruto (PIB) de R\$ 359,523 bilhões, conforme dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC). Apesar de sua representatividade, o setor enfrenta desafios estruturais que comprometem seu desempenho, entre eles a escassez de mão de obra qualificada e a crescente demanda por rapidez na execução das obras, fatores que contribuem para a elevação dos custos operacionais.

Esse cenário é reforçado pela pesquisa Sondagem da Construção, publicada em junho de 2024 pelo Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas (FGV IBRE), a qual indicou que 71,20% das empresas do setor enfrentaram dificuldades na contratação de trabalhadores qualificados entre junho de 2023 e junho de 2024. Ainda segundo a FGV, o aumento da atividade no setor vem sendo acompanhado de avanços nos custos operacionais, especialmente aqueles relacionados à mão de obra, componente que pode representar até 50% do custo total de um empreendimento, conforme destaca Souza (2006).

A ausência de profissionais qualificados compromete diretamente o desempenho físico-financeiro das atividades, dificultando o cumprimento dos cronogramas e afetando a produtividade das obras. Assim, compreender e otimizar os fatores que influenciam essa produtividade torna-se fundamental para o aprimoramento dos processos construtivos.

De acordo com Souza (2006), compreender os fatores que influenciam a eficiência da mão de obra é fundamental para que a construção civil alcance níveis de produtividade comparáveis aos de outros setores industriais, promovendo melhorias na qualidade e na gestão dos recursos humanos. Neste mesmo sentido, Mattos (2010) destaca que o controle sistemático da produtividade constitui uma ferramenta decisiva de planejamento e gestão, pois permite identificar gargalos, otimizar o uso de recursos e aprimorar a previsibilidade dos prazos. O autor ressalta que o monitoramento contínuo dos rendimentos reais é um dos pilares para um controle de obras eficaz.

Diante desse cenário, cabe analisar de forma aplicada como esses fatores se manifestam nas etapas estruturais das edificações, especialmente nas atividades que demandam maior intensidade de mão de obra.

A execução de lajes moldadas *in loco* constitui uma etapa crítica do processo construtivo, cuja eficiência impacta diretamente o cronograma, os custos globais da obra e a alocação de recursos humanos. Estudos de produtividade, como o de Souza (2006), apontam que os serviços de fôrmas, armação e concretagem são indicadores-chave de desempenho em empresas que monitoram a produtividade. Nesse contexto, o sistema de escoramento desempenha um papel central na produtividade da estrutura e, conseqüentemente, da obra como um todo.

O escoramento metálico surge, portanto, como uma alternativa viável, promovendo maior padronização, facilidade de montagem, reaproveitamento, segurança e velocidade de execução. Avaliar seus impactos produtivos é fundamental para subsidiar decisões técnicas e estratégicas voltadas à modernização dos canteiros de obras. Diante desse cenário, torna-se relevante compreender de que maneira o uso do escoramento metálico influencia o desempenho produtivo e os

custos diretos de execução das lajes moldadas *in loco*, em comparação ao sistema tradicional em madeira.

Diante disso, o presente trabalho tem por objetivo geral analisar de forma aprofundada a produtividade no uso de escoramento metálico para a execução de lajes maciças de concreto moldadas *in loco*, em comparação ao escoramento de madeira, destacando especialmente o desempenho produtivo da equipe e, de maneira complementar, os reflexos dessas variações nos custos de mão de obra em obras multifamiliares de múltiplos pavimentos. Como objetivo específico buscou-se estudar a utilização de escoramento metálico e de madeira para execução de lajes maciças moldadas *in loco*, analisar o impacto de cada um dos sistemas nos custos de mão de obra e analisar a produtividade das equipes de trabalho para obras multifamiliares de múltiplos pavimentos.

1.1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1.1 Produtividade

A produtividade constitui um elemento central nos diferentes setores da economia, sendo amplamente discutida na literatura em função de sua relação com o desempenho e a eficiência no uso de recursos. Em um sentido mais geral, produtividade pode ser compreendida como a relação entre aquilo que se produz e os meios empregados nesse processo. Neste sentido, Souza (2006) define produtividade como a comparação do resultado obtido com o esforço demandado, permitindo avaliar o quanto se consegue produzir a partir do que se investe, seja em tempo, energia ou recursos materiais.

No âmbito da construção civil, a análise da produtividade passa a ter papel central, especialmente em relação à mão de obra, que representa parcela significativa dos custos e do desempenho físico das obras. Souza (2006) define que a produtividade da mão de obra, do ponto de vista físico, poderia ser definida como a eficiência na transformação do esforço dos trabalhadores em produtos de construção, isto é, o quanto do esforço humano é efetivamente convertido em resultados concretos.

Mattos (2010) reforça essa perspectiva ao definir a produtividade como a quantidade de trabalho realizada por uma pessoa, equipe ou equipamento dentro de um determinado período de tempo. O Manual de Indicadores de Produtividade da CBIC (2017) complementa essa definição ao destacar que a produtividade resulta da eficiência na transformação de recursos em resultados, sendo frequentemente medida por indicadores como a Razão Unitária de Produção (RUP).

Dentre os indicadores utilizados na mensuração da produtividade, a RUP sobressai-se por quantificar diretamente a relação entre o esforço aplicado e o volume produzido, o que justifica sua adoção em métodos de análise de desempenho, incluindo o proposto por Souza (2006). Nesse método, a RUP é empregada como parâmetro central para avaliar a produtividade da mão de obra e é definida pela seguinte equação:

$$RUP = \frac{Hh}{Q}$$

em que:

RUP = razão unitária de produção (em hh/unidade ou hh/m²);

Hh = total de homens-hora consumidos na execução;

Q = quantidade produzida do serviço.

Conforme reforça Mattos (2010), a RUP expressa o esforço necessário, em homens-hora, para produzir uma unidade de serviço, permitindo avaliar a eficiência produtiva das equipes e comparar o desempenho real da obra com índices de referência. Dessa forma, quanto menor o valor da RUP, maior a produtividade obtida, pois menor é o tempo necessário para produzir uma unidade do serviço.

A produtividade da mão de obra apresenta variações significativas, influenciadas por diversos fatores que, quando adequadamente compreendidos, podem se transformar em ferramentas estratégicas de gestão. O domínio desses fatores possibilita à equipe técnica adotar decisões mais assertivas, voltadas à correção ou mitigação de falhas que comprometem o desempenho produtivo e elevam os custos operacionais, aspectos muitas vezes aceitos como inevitáveis em determinadas etapas construtivas. Souza (2006) ressalta que compreender essas variáveis é primordial para reduzir a variabilidade do processo produtivo e direcionar ações de melhoria contínua.

Souza (2006) destaca ainda que pequenas intervenções na gestão e no planejamento das atividades podem resultar em ganhos expressivos de eficiência em curtos períodos, consolidando a produtividade como um indicador estratégico de desempenho e competitividade no setor da construção civil. Quando não controlados, provocam oscilações no rendimento da equipe e dificultam a comparação entre diferentes métodos ou obras. Neste sentido, a identificação e o registro dessas interferências tornam-se indispensáveis para a correta interpretação dos resultados de produtividade e para o aprimoramento dos processos construtivos.

De forma complementar, Mattos (2006) observa que desvios de produtividade impactam significativamente o custo final, podendo gerar horas extras e despesas não previstas no orçamento. Por esse motivo, a utilização de índices de produtividade consistentes torna-se indispensável tanto para a composição de custos quanto para o planejamento executivo, permitindo maior precisão nas estimativas e controle mais rigoroso do desempenho.

Considerando esse cenário, mostra-se relevante analisar os serviços que demandam maior volume de mão de obra, pois qualquer ganho de produtividade nessas atividades tende a gerar impactos mais expressivos sobre o desempenho e gerar reduções expressivas nos custos globais do empreendimento. Souza (2006) destaca que, nas empresas que monitoram a produtividade, é comum a existência de registros referentes a serviços como fôrmas, armação e concretagem, atividades de grande intensidade de trabalho, que oferecem boas oportunidades para melhorias contínuas.

No estudo da produtividade da mão de obra, mostra-se indispensável delimitar adequadamente quais trabalhadores compõem o esforço produtivo considerado. Souza (2006, p. 34) evidencia que, nos processos de execução, “[...] existem oficiais diretamente envolvidos na produção final do serviço, ajudantes que os auxiliam diretamente e operários que dão apoio mais à distância com relação ao grupo direto [...]”. Com base nessa estrutura organizacional, o autor distingue diferentes níveis de abrangência para a mensuração da produtividade. O nível correspondente aos oficiais

considera exclusivamente os trabalhadores qualificados responsáveis pela execução direta das atividades, enquanto a mão de obra direta inclui tanto esses profissionais quanto os ajudantes que oferecem suporte imediato às operações, influenciando diretamente o desempenho global da equipe.

Tal segmentação permite mensurar o desempenho de acordo com o grau de participação de cada grupo na execução do serviço, por meio de indicadores específicos, como RUPof (apenas oficiais), RUPdir (oficiais e ajudantes diretos). Essa abordagem torna a análise de produtividade mais alinhada às condições reais do canteiro e subsidia decisões estratégicas relacionadas ao planejamento, gestão e alocação de recursos. Conforme destaca Souza (2006), essa distinção é essencial, pois torna mais visíveis as variações de eficiência entre diferentes configurações de equipes, possibilitando diagnósticos mais precisos e práticas gerenciais mais eficazes.

Complementarmente, a mensuração do desempenho é realizada por meio de diferentes indicadores de produtividade. A produtividade diária (RUPd) mede o rendimento obtido em cada dia, evidenciando variações e interferências pontuais no processo produtivo, como problemas de suprimento, condições climáticas ou dificuldades operacionais.

Além dos fatores tecnológicos e operacionais, a composição das equipes de trabalho exerce influência direta sobre a produtividade na construção civil. Souza (2006) e Mattos (2010) destacam que a proporção adequada entre oficiais e serventes é determinante para a eficiência das atividades, pois o apoio logístico fornecido pelos ajudantes reduz o tempo ocioso dos oficiais e mantém o ritmo de produção contínuo. A ausência de equilíbrio entre as funções pode provocar sobrecarga de tarefas, atrasos e variações nos índices de desempenho, refletindo diretamente nos custos de mão de obra.

Considerando que serviços de elevada intensidade de mão de obra são mais sensíveis às oscilações de produtividade, torna-se relevante analisá-los de forma específica. Nesse grupo de atividades, destaca-se o escoramento, definido pela NBR 15696:2009 como “estruturas provisórias com capacidade de resistir e transmitir às bases de apoio da estrutura do escoramento todas as ações provenientes das cargas permanentes e variáveis resultantes do lançamento do concreto fresco sobre as fôrmas horizontais e verticais, até que o concreto se torne autoportante.” Assim, o sistema de escoramento tem a função essencial de garantir a estabilidade das estruturas durante as etapas iniciais de execução, quando o concreto ainda não atingiu resistência suficiente para suportar seu próprio peso e demais cargas atuantes.

1.1.2 SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil)

O SINAPI fornece informações atualizadas sobre os preços de materiais, equipamentos e mão de obra, bem como sobre as composições de serviços, que indicam a quantidade de insumos e a produtividade esperada para cada atividade construtiva, permitindo relacionar a produtividade com o custo de execução. Esse sistema é considerado a principal fonte de referência brasileira de custos para obras e serviços de engenharia, conforme determinação do Decreto nº 7.983/2013.

O referencial é mantido por meio de uma parceria entre a Caixa Econômica Federal (CEF) e o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). A CEF é responsável pela parte técnica e metodológica de engenharia, enquanto o IBGE realiza a coleta de preços em campo, assegurando uma pesquisa ampla e com critérios estatísticos. Segundo a Caixa Econômica Federal (2025), o orçamento é

definido como a identificação, descrição, quantificação, análise e valoração dos elementos que compõem os custos de um empreendimento. Em outras palavras, o objetivo principal de um orçamento de obra é fornecer uma visão geral dos recursos financeiros necessários para a execução bem-sucedida da construção.

No art. 2º do Decreto nº 7.983/2013 constam estas definições, as quais são de extrema importância para a compreensão deste estudo:

[...] I - custo unitário de referência - valor unitário para execução de uma unidade de medida do serviço previsto no orçamento de referência e obtido com base nos sistemas de referência de custos ou pesquisa de mercado;
II - composição de custo unitário - detalhamento do custo unitário do serviço que expresse a descrição, quantidades, produtividades e custos unitários dos materiais, mão de obra e equipamentos necessários à execução de uma unidade de medida;
III - custo total de referência do serviço - valor resultante da multiplicação do quantitativo do serviço previsto no orçamento de referência por seu custo unitário de referência; [...] (BRASIL, 2013)

O SINAPI é disponibilizado mensalmente para todas as unidades da federação, por meio de relatórios de insumos e composições, nas versões desonerada e não desonerada. Esses relatórios fornecem valores de referência para uma ampla variedade de serviços da construção civil. Segundo a Caixa Econômica Federal (2025), o sistema oferece referências técnicas estruturadas em composições e insumos, com especificações detalhadas, de modo a permitir sua utilização adequada na elaboração de orçamentos e na análise de custos de obras.

Os insumos são os elementos fundamentais da construção civil, englobando materiais, equipamentos e mão de obra. A CEF afirma:

[...] A descrição do insumo é definida com clareza e objetividade de modo a contemplar as características determinantes do produto e para obtenção de seu preço, buscando individualizá-lo dentre outros produtos semelhantes, considerando que os insumos são produzidos por vários fabricantes, mas sem conter marcas que possam restringir a coleta de preços. (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2025, p. 45)

No SINAPI, esses insumos são utilizados para a formação das composições de serviço, que representam um conjunto de informações organizadas, indicando os insumos necessários e seus respectivos coeficientes de consumo para a execução de uma unidade de serviço. A CEF descreve a constituição de uma composição como:

[...] • Descrição - Caracteriza o serviço, explicitando os fatores que impactam na formação de seus coeficientes e que diferenciam a composição unitária das demais;
• Unidade de medida - Unidade física de mensuração do serviço representado;
• Itens de formação - Elementos necessários à execução de um serviço, podendo ser insumos (materiais, equipamentos ou mão de obra) e/ou composições auxiliares;
• Coeficientes de consumo e produtividade - Quantificação dos itens de formação considerados na composição de custo de um determinado serviço. (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2025, p. 47)

Ademais, o SINAPI disponibiliza cadernos técnicos, documentos complementares e normativos que detalham a metodologia de execução dos serviços representados nas composições de preços unitários do SINAPI, permitindo ao profissional a seleção criteriosa da referência mais compatível com as especificações técnicas e condições do seu projeto.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A abordagem adotada neste estudo baseia-se no método hipotético-dedutivo, estruturando-se pela aplicação dos métodos comparativo e monográfico, que possibilitam uma análise sistemática e aprofundada do objeto de pesquisa.

O objeto de estudo corresponde a um empreendimento residencial multifamiliar de alto padrão, localizado na Rua Antônio de Lucca, bairro Pio Corrêa, Criciúma - SC. O edifício apresenta tipologia vertical e é constituído por um único bloco com nove pavimentos, distribuídos da seguinte forma: subsolo destinado à garagem e áreas técnicas; pavimento térreo voltado às áreas de uso comum; primeiro pavimento do tipo garden; do segundo ao quinto pavimento, andares tipo com dois apartamentos por andar; sexto pavimento configurado como duplex inferior; e ático correspondente ao duplex superior, totalizando 12 unidades habitacionais. A área total construída corresponde a 6.705,71 m², caracterizando um empreendimento de porte médio, voltado ao segmento de alto padrão. A estrutura da edificação adota o sistema convencional em concreto armado, com lajes maciças moldadas *in loco*.

Para a análise comparativa entre os sistemas de escoramento, será adotado como referência a composição do SINAPI de código 101792 definido como “escoramento de formas de laje em madeira não aparelhada, para pé-direito simples, incluso travamento, com quatro reutilizações”. A composição apresenta os insumos, a mão de obra e os critérios técnicos necessários à execução do escoramento de lajes utilizando madeira bruta, abrangendo as etapas de montagem, utilização, travamento e desmontagem do sistema. Entre os profissionais envolvidos, são considerados o carpinteiro de formas, responsável pela medição, marcação, montagem e verificação do escoramento, e o ajudante de carpinteiro, que auxilia nas tarefas executivas e operacionais.

Os coeficientes de consumo descritos na composição definem a quantidade de insumos e o tempo de trabalho necessários para a execução de um metro cúbico (m³) de escoramento de laje, possibilitando o cálculo dos custos diretos e da produtividade. O critério de quantificação do serviço é estabelecido a partir do volume interno da área escorada, considerando as dimensões da laje e a altura do pé-direito.

Com base nessas referências, desenvolveu-se uma planilha específica de coleta de dados, destinada ao levantamento sistemático das informações relativas à execução do escoramento metálico. A estrutura do instrumento foi elaborada conforme as recomendações de Souza (2006), que destaca a importância de registros organizados e padronizados para o acompanhamento da produtividade, permitindo o controle das frentes de trabalho, a identificação de interferências e a avaliação do desempenho das equipes em condições reais de execução.

O instrumento estrutura-se de forma a contemplar informações essenciais para o estudo, tais como: data, etapa da execução, pavimento correspondente, quantidade de profissionais envolvidos, discriminados conforme sua função, bem como a descrição detalhada da atividade desempenhada e a área executada. Além disso, a planilha contempla os horários de início e término das jornadas nos turnos da manhã e da tarde e as dimensões do serviço em execução. O modelo da planilha utilizada para a coleta dos dados é apresentado a seguir:

Figura 1 - Modelo de planilha de registro diário de produtividade

PRODUTIVIDADE												
DATA	ETAPA	PAVIMENTO	SERVIÇO	FUNCIONARIOS		DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	ÁREA (m ²)	VOLUME (m ³)	MANHÃ		TARDE	
				CARPINTEIRO	SERVENTE				HORÁRIO INICIAL	HORÁRIO FINAL	HORÁRIO INICIAL	HORÁRIO FINAL

Fonte: Autora (2025).

As dimensões correspondentes aos serviços executados serão registradas na planilha de controle, no campo destinado à área escorada (m²). Para a obtenção do volume de escoramento (m³), adotou-se o pé-direito indicado no projeto disponibilizado pela empresa, de modo a manter a conformidade com o procedimento estabelecido nas composições de referência do SINAPI. Essa padronização possibilita a comparação direta entre os resultados observados em campo e os índices de produtividade previstos no sistema. Dessa forma, garante-se a compatibilidade das unidades de medida e a coerência dos dados empregados na análise comparativa dos custos e rendimentos.

No desenvolvimento do presente estudo, recorre-se à análise de documentos técnicos disponibilizados pela empresa responsável pela execução da obra, os quais servem como fonte primária de informação. Por solicitação da empresa responsável, os dados individuais referentes aos trabalhadores envolvidos são mantidos em sigilo, a fim de preservar a confidencialidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa foi estruturada em dois períodos complementares. O primeiro, realizado entre agosto e novembro de 2025, correspondeu à fase de campo, durante a qual foram efetuadas visitas periódicas ao canteiro de obras em Criciúma-SC, permitindo a observação direta da execução das lajes maciças e o levantamento dos dados necessários, incluindo informações sobre produtividade, alocação de mão de obra, custos e eficiência dos sistemas de escoramento.

O segundo período consistiu na revisão e no aprofundamento das referências bibliográficas, etapa que possibilitou integrar a prática observada ao referencial teórico, assegurando a consistência das análises e a consolidação dos resultados obtidos.

Neste tópico, são apresentados e analisados os resultados obtidos a partir do acompanhamento da execução do escoramento metálico das lajes nos pavimentos 4º e 5º da obra estudada.

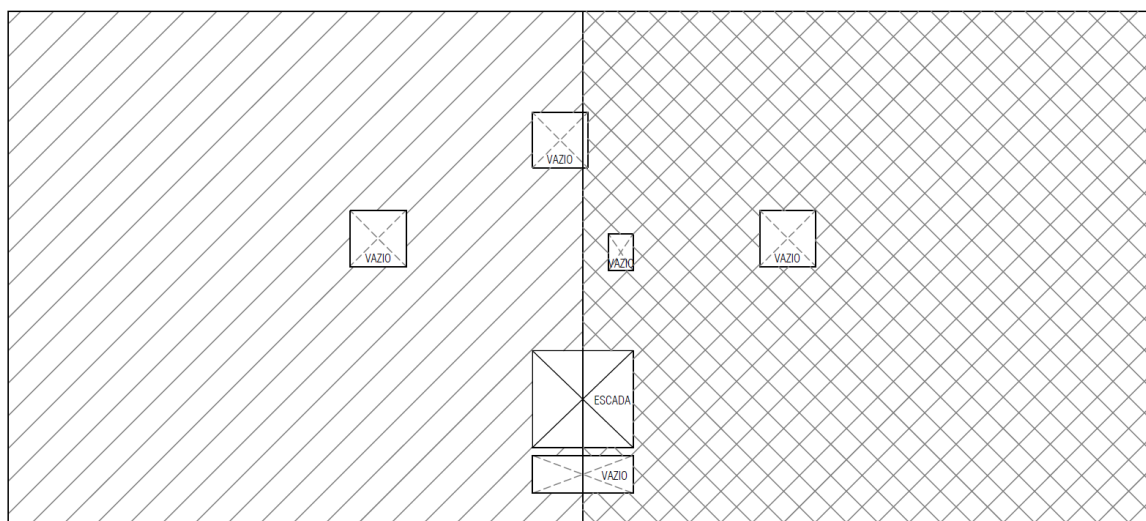
Aspectos considerados para apropriação dos dados

A etapa de apropriação dos dados teve como objetivo definir os critérios adotados para o registro e quantificação as informações coletadas em campo. Essa padronização mostrou-se fundamental para garantir a precisão das medições e a confiabilidade dos resultados. Assim, foram estabelecidos parâmetros claros que representassem fielmente as condições reais de execução e de produtividade observadas durante a montagem do escoramento das lajes. A seguir, apresentam-se os principais aspectos considerados:

- Adotou-se o volume interno da área escorada, considerando as dimensões da laje e a altura do pé-direito, não sendo contabilizado o tempo destinado à execução das fôrmas e ao escoramento de pilares e vigas.
- Desconsiderou-se o assoalho utilizado como base para o concreto, por não fazer parte do escopo produtivo analisado;
- Considerou-se a participação dos carpinteiros e dos serventes envolvidos na montagem;
- Levou-se em conta a quantidade de horas trabalhadas, diariamente, pelos envolvidos na montagem do escoramento, desconsiderando o tempo de paralisação;
- Analisou-se as lajes dos 4º e 5º pavimentos, cada uma com área aproximada de 612,00 m².

As lajes analisadas foram executadas em duas etapas, denominadas A e B, com o objetivo de facilitar o planejamento e a execução. A seguir, apresenta-se um esboço ilustrativo das lajes, indicando a divisão adotada entre as etapas A e B.

Figura 2 - Divisão da laje em etapas para execução do escoramento



Fonte: Autora (2025).

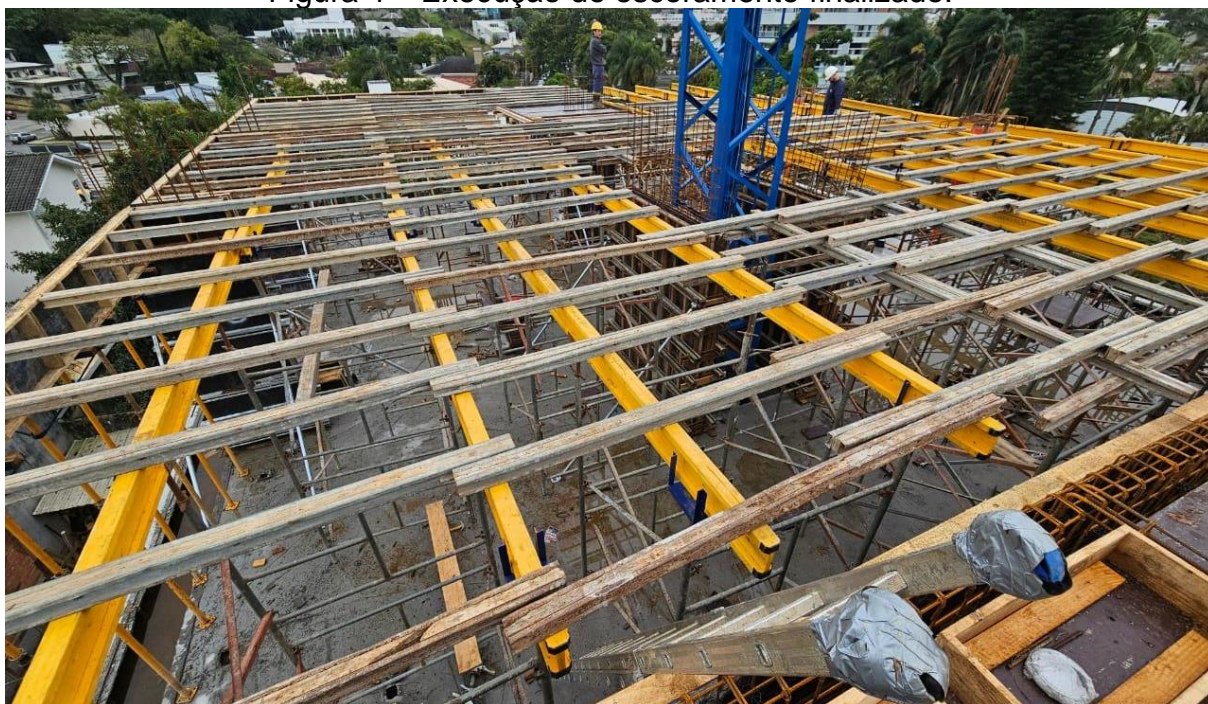
As figuras 3 e 4 evidenciam o processo de montagem do escoramento metálico, destacando a disposição das escoras e travamentos utilizados para sustentação da estrutura. A inclusão dessas imagens possibilita observar as condições reais de execução, o tipo de sistema adotado e o ambiente de trabalho monitorado durante o levantamento dos dados.

Figura 3 – Execução do escoramento



Fonte: Autora (2025).

Figura 4 – Execução do escoramento finalizado.



Fonte: Autora (2025).

A partir das observações realizadas e das etapas construtivas apresentadas, foi possível registrar de forma sistemática o andamento dos serviços e a produtividade das equipes envolvidas. Os principais resultados obtidos durante o acompanhamento *in loco* são apresentados a seguir:

Tabela 1 – Dados Coletados.

DATA	ETAPA	PAVIMENTO	SERVIÇO	FUNCIONARIOS		DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	ÁREA (m²)	VOLUME (m³)	MANHÃ		TARDE	
				CARPINTEIRO	SERVENTE				HORÁRIO INICIAL	HORÁRIO FINAL	HORÁRIO INICIAL	HORÁRIO FINAL
29/08/2025	A	4	Montagem Escoramento	3	1	Montagem dos andaimes / Barroteamento / Nivelamento	100	332	11:00	12:00	13:00	15:00
30/08/2025	A	4	Montagem Escoramento	3	-	Montagem dos andaimes / Barroteamento / Nivelamento	206	683,92	07:00	12:00	13:00	15:00
06/09/2025	B	4	Montagem Escoramento	3	1	Montagem dos andaimes / Barroteamento / Nivelamento	200	664	07:00	12:00	13:00	17:00
08/09/2025	B	4	Montagem Escoramento	3	-	Montagem dos andaimes / Barroteamento / Nivelamento	106	341,96	07:00	12:00	-	-
22/set a 10/out	AB	4	Desmontagem	1	1	Desmontagem do Escoramento	612	2031,84	07:00	11:30	-	-
26/09/2025	A	5	Montagem Escoramento	3	-	Montagem dos andaimes / Barroteamento / Nivelamento	200	664	07:00	12:00	13:00	15:00
27/09/2025	A	5	Montagem Escoramento	3	-	Montagem dos andaimes / Barroteamento / Nivelamento	80	265,6	07:00	12:00	13:00	17:00
29/09/2025	A	5	Montagem Escoramento	3	-	Montagem dos andaimes / Barroteamento / Nivelamento	26	86,32	07:00	12:00	-	-
03/10/2025	B	5	Montagem Escoramento	3	-	Montagem dos andaimes / Barroteamento / Nivelamento	190	630,8	07:00	12:00	13:00	15:00
04/10/2025	B	5	Montagem Escoramento	3	-	Montagem dos andaimes / Barroteamento / Nivelamento	75	249	07:00	12:00	13:00	17:00
06/10/2025	B	5	Montagem Escoramento	3	-	Montagem dos andaimes / Barroteamento / Nivelamento	41	136,12	07:00	12:00	-	-
20/out a 07/nov	AB	4	Desmontagem	1	1	Desmontagem do Escoramento	612	2031,84	07:00	11:30	-	-

Fonte: Autora (2025).

A Tabela 1 sistematiza os dados de produtividade referentes à montagem e desmontagem do escoramento metálico, permitindo analisar a relação entre composição de equipes, volume executado, duração das atividades. A partir dessas informações, foram calculados os indicadores de produtividade diária, organizados na Tabela 2.

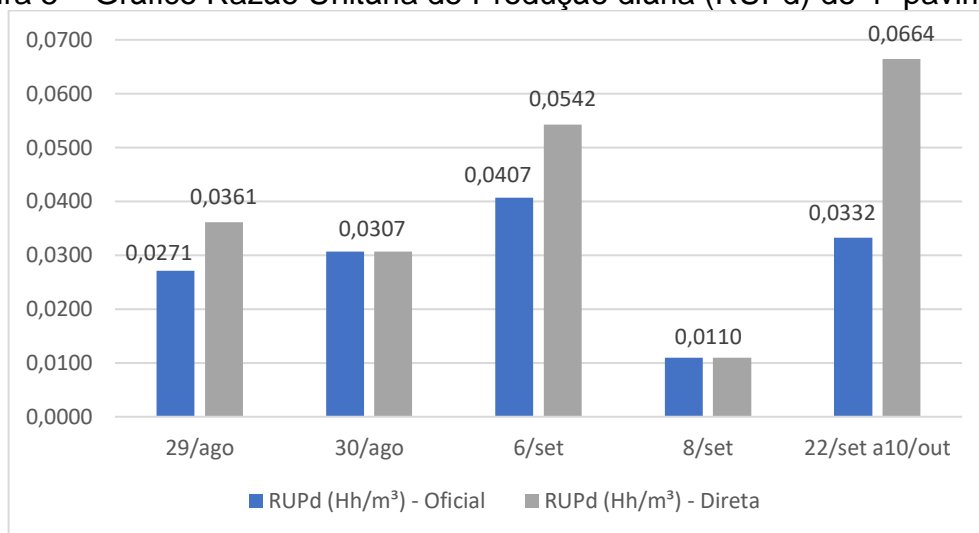
Tabela 2 – Dados Calculados.

Pavimento	Data	Dia da Semana	QS	Horas	Hh Carpinteiro	Hh Servente	RUPd (Hh/m³)		RUPd (Hh/m³)	
							Carpinteiro	Servente	Oficial	Direta
ETAPA A	29/ago	sex	332	3	9	3	0,0271	0,0090	0,0271	0,0361
	30/ago	sáb	683,92	7	21	0	0,0307	0,0000	0,0307	0,0307
ETAPA B	6/set	sáb	664	9	27	9	0,0407	0,0136	0,0407	0,0542
	8/set	seg	341,96	5	15	0	0,0110	0,0000	0,0110	0,0110
DESMONTAGEM	22/set a 10/out	-	2031,84	68	68	68	0,0332	0,0332	0,0332	0,0664
ETAPA A	26/set	sex	664	7	21	0	0,0316	0,0000	0,0316	0,0316
	27/set	sáb	265,6	9	27	0	0,1017	0,0000	0,1017	0,1017
	29/set	seg	86,32	5	15	0	0,1738	0,0000	0,1738	0,1738
ETAPA B	3/out	sex	630,8	7	21	0	0,0333	0,0000	0,0333	0,0333
	4/out	sáb	249	9	27	0	0,1084	0,0000	0,1084	0,1084
	6/out	seg	136,12	5	15	0	0,1102	0,0000	0,1102	0,1102
DESMONTAGEM	20/out a 07/nov	-	2031,84	68	68	68	0,0332	0,0332	0,0332	0,0664

Fonte: Autora (2025).

A Tabela 2 apresenta os valores de produtividade diária para cada pavimento e etapa analisada, contemplando também os valores da Razão Unitária de Produção diária (RUPd) calculados separadamente para carpinteiros e serventes, bem como os indicadores consolidados de RUPd Oficial e RUPd Direta. Na sequência, são apresentados os gráficos que ilustram a variação da RUPd para os 4º e 5º pavimentos, permitindo visualizar de forma comparativa o comportamento produtivo ao longo da execução.

Figura 5 – Gráfico Razão Unitária de Produção diária (RUPd) do 4º pavimento.

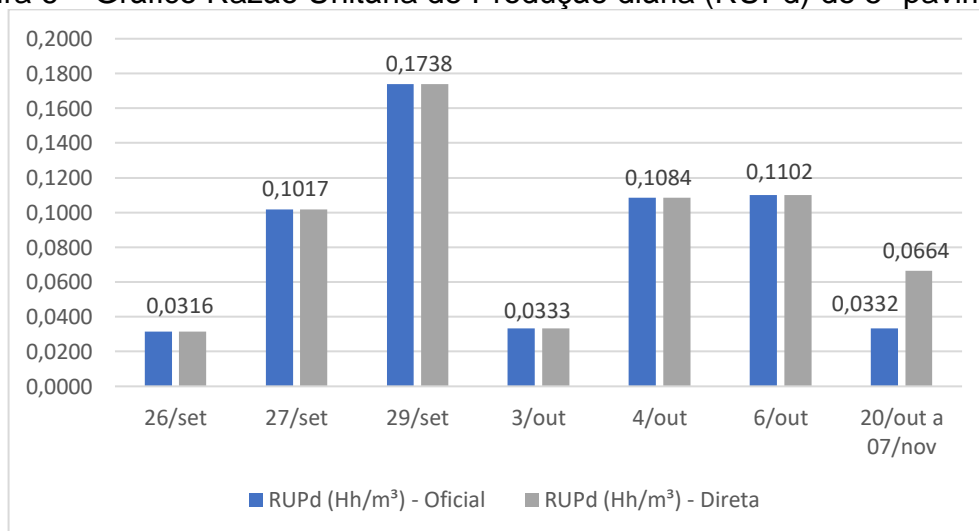


Fonte: Autora (2025).

No 4º pavimento, nota-se que, em 30/ago e 8/set, as duas colunas aparecem com valores idênticos. Isso ocorre porque nesses dias não houve presença de serventes.

No intervalo de 22/set a 10/out, destaca-se o maior valor de RUP direta (0,0664 Hh/m³), evidenciando maior demanda de apoio, resultando no pior desempenho produtivo do período observado.

Figura 6 – Gráfico Razão Unitária de Produção diária (RUPd) do 5º pavimento.



Fonte: Autora (2025).

Já no 5º pavimento, verifica-se uma elevação acentuada dos valores de RUPd, sobretudo no dia 29 de setembro, quando o indicador para a mão de obra oficial atingiu o maior valor registrado no conjunto analisado. O comportamento está associado à ausência de serventes durante parte da execução, situação que resultou em sobrecarga dos carpinteiros e perda de ritmo operacional. Nessa condição, a mão de obra direta passa a ser valorizada, uma vez que a falta de apoio evidencia o papel fundamental dos serventes no fluxo produtivo e demonstra que sua participação contribui significativamente para a eficiência da equipe como um todo.

A análise da produtividade média diária, desenvolvida a partir dos cálculos realizados pela autora, possibilitou comparar o desempenho entre a mão de obra dos carpinteiros e serventes, identificando diferenças relevantes entre os pavimentos.

➤ Razão Unitária de Produção média diária - Carpinteiros:

RUP 4º pavimento = 0,0285 Hh/m³

RUP 5º pavimento = 0,0934 Hh/m³

Média Geral: 0,0610 Hh/m³

➤ Razão Unitária de Produção média diária - Serventes:

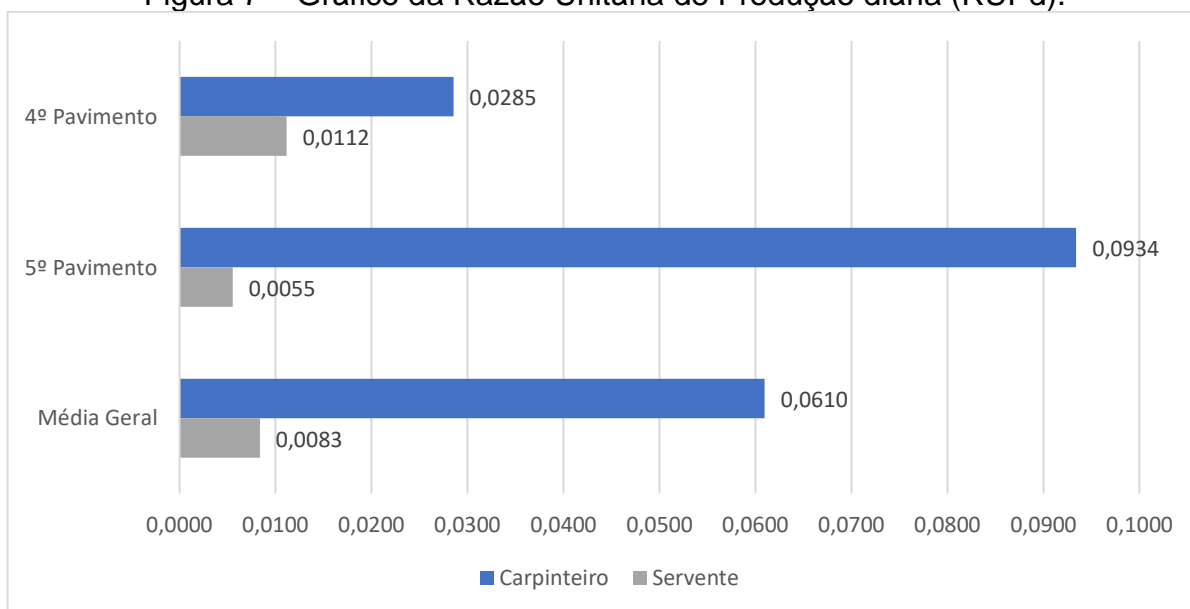
RUP 4º pavimento = 0,0112 Hh/m³

RUP 5º pavimento = 0,0055 Hh/m³

Média Geral: 0,0083 Hh/m³

O gráfico apresentado a seguir ilustra comparativamente esses indicadores, destacando a variação da RUP média diária (RUPd,méd) entre o 4º e o 5º pavimentos, tanto para a mão de obra dos carpinteiros e serventes, além dos respectivos valores médios gerais.

Figura 7 – Gráfico da Razão Unitária de Produção diária (RUPd).



Fonte: Autora (2025).

No 4º pavimento, os valores de 0,0285 Hh/m³ para a mão de obra do carpinteiro e 0,0112 Hh/m³ para a mão de obra do servente evidenciam um desempenho consistente e característico de uma equipe equilibrada. A presença efetiva dos serventes garantiu suporte contínuo aos carpinteiros, favorecendo a organização do fluxo de trabalho, a movimentação de materiais e a execução das tarefas auxiliares.

Já no 5º pavimento, observa-se comportamento oposto. Nota-se inicialmente uma divergência marcante entre os valores de mão de obra dentro do próprio pavimento: enquanto os serventes registraram valores de 0,0055 Hh/m³, os carpinteiros apresentaram 0,0934 Hh/m³. Essa diferença acentuada evidencia a baixa participação dos serventes na etapa de execução, resultando em um desbalanceamento da equipe. Além disso, o valor de 0,0934 Hh/m³ para a mão de obra dos carpinteiros é significativamente superior ao registrado no 4º pavimento. Em

condições normais de repetição de serviços, seria esperado que o ciclo seguinte apresentasse maior eficiência, resultante do aprendizado acumulado pela equipe, fenômeno conhecido na literatura como efeito de aprendizagem. Contudo, essa tendência não se manifestou. O aumento do RUP nesse pavimento está diretamente relacionado à ausência parcial da mão de obra de ajudantes diretos, cuja atuação é essencial para o suporte logístico, organização dos materiais e manutenção da cadência produtiva.

A menor participação dos serventes, refletida no valor de 0,0055 Hh/m³, não representa ganho efetivo de produtividade. Pelo contrário, indica que esses profissionais estiveram menos presentes na execução, reduzindo o suporte operacional e sobrecarregando os carpinteiros, que passaram a executar atividades auxiliares que não lhes são típicas. Assim, ao invés de um processo de otimização, o 5º pavimento apresentou perdas produtivas que contrariam a expectativa de melhoria entre ciclos consecutivos.

Esse conjunto de resultados demonstra a relevância da composição equilibrada da equipe para a estabilidade dos índices de produtividade. A ausência de serventes impactou negativamente o rendimento dos oficiais e comprometeu o desempenho global, evidenciando que a produtividade não depende apenas do sistema de escoramento, mas também da configuração organizacional da mão de obra. Conforme destaca Mattos (2010), a proporção adequada entre oficiais e ajudantes diretos é fundamental para garantir o melhor aproveitamento do tempo de trabalho, reduzir variações de desempenho e consolidar o aprendizado operacional ao longo da obra.

Análise da produtividade e dos custos de mão de obra

A comparação entre os rendimentos unitários de produção (RUP) obtidos em campo e os valores de referência do SINAPI permite avaliar o desempenho produtivo das equipes e seus impactos diretos no custo da mão de obra. Esse procedimento possibilita identificar variações de desempenho econômico entre os valores observados na obra e aqueles estimados em composições-padrão.

Cabe destacar que a composição SINAPI 101792 utiliza a denominação “carpinteiro de formas” e “ajudante de carpinteiro”, enquanto os dados coletados em campo referem-se a “carpinteiros” e “serventes”. Embora as nomenclaturas sejam distintas, os papéis desempenhados são equivalentes em termos de função produtiva, permitindo a comparação direta dos coeficientes de mão de obra. Para fins de padronização terminológica ao longo desta análise, os serventes observados em campo e os ajudantes de carpinteiro previstos na composição SINAPI serão tratados conjuntamente como “ajudantes diretos”.

Nesse sentido, enquanto a composição SINAPI 101792 estabelece coeficientes de 0,127 Hh/m³ para o carpinteiro de formas e 0,090 Hh/m³ para o ajudante de carpinteiro, os valores observados *in loco*, para o sistema metálico, foram substancialmente inferiores, com 0,061 Hh/m³ para o carpinteiro e 0,008 Hh/m³ para o servente.

Esses resultados evidenciam uma redução significativa no esforço total de trabalho por unidade de volume escorado, refletindo um ganho expressivo de produtividade em relação ao sistema convencional em madeira. Tal desempenho é coerente com as observações de Souza (2006), segundo o qual a simplificação das etapas executivas e a padronização dos componentes são fatores determinantes para a melhoria da produtividade da mão de obra. Mattos (2010)

complementa que a adoção de sistemas industrializados reduz a variabilidade dos rendimentos e aumentam a previsibilidade das equipes.

Considerando esses referenciais e tomando como base os coeficientes de produtividade e os custos de mão de obra obtidos junto ao SINAPI (setembro de 2025), além dos valores observados *in loco*, elaborou-se a Tabela 3, que apresenta de forma comparativa os dados referentes à composição de referência com os resultados aferidos durante a execução real do escoramento metálico.

Tabela 3 – Comparativo entre composição SINAPI 101792 e montagem do escoramento *in loco*.

COMPOSIÇÃO 101792					
Código	Descrição	Unidade	Coeficiente	Custo Unitário (R\$/h)	Custo (R\$/m³)
88262	Carpinteiro de formas com encargos complementares	H	0,127	37,29	4,74
88239	Ajudante de carpinteiro com encargos complementares	H	0,090	26,44	2,38

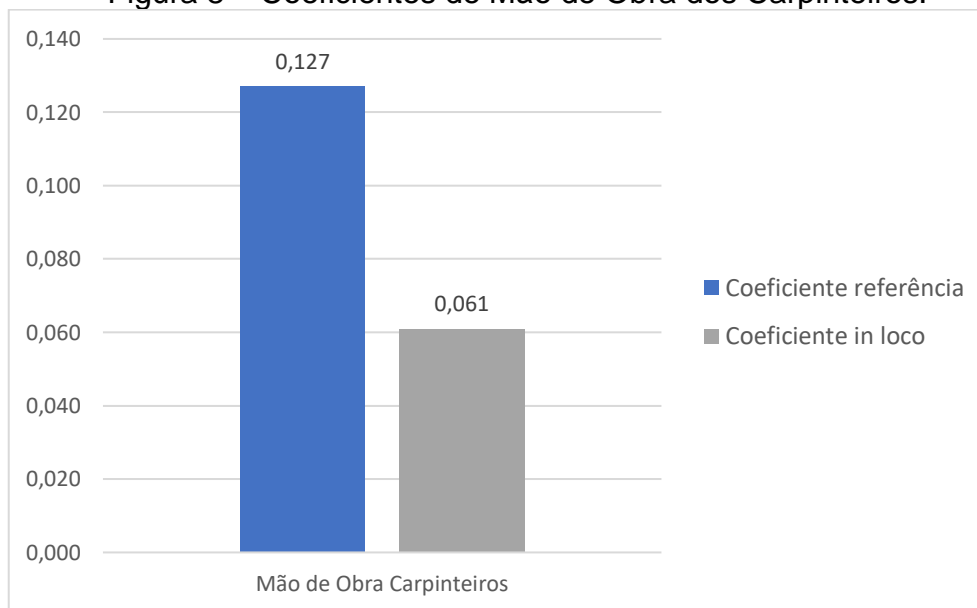
MONTAGEM ESCORAMENTO IN LOCO					
Código	Descrição	Unidade	Coeficiente	Custo Unitário (R\$/h)	Custo (R\$/m³)
88262	Carpinteiro de formas com encargos complementares	H	0,061	37,29	2,27
88316	Servente de formas com encargos complementares	H	0,008	24,73	0,21

Fonte: Autora (2025).

A tabela apresenta, para cada profissional envolvido, o coeficiente de consumo (Hh/m³), o custo unitário por hora trabalhada (R\$/h) e o custo final por metro cúbico de escoramento (R\$/m³), permitindo visualizar de forma integrada o impacto produtivo e econômico de cada função.

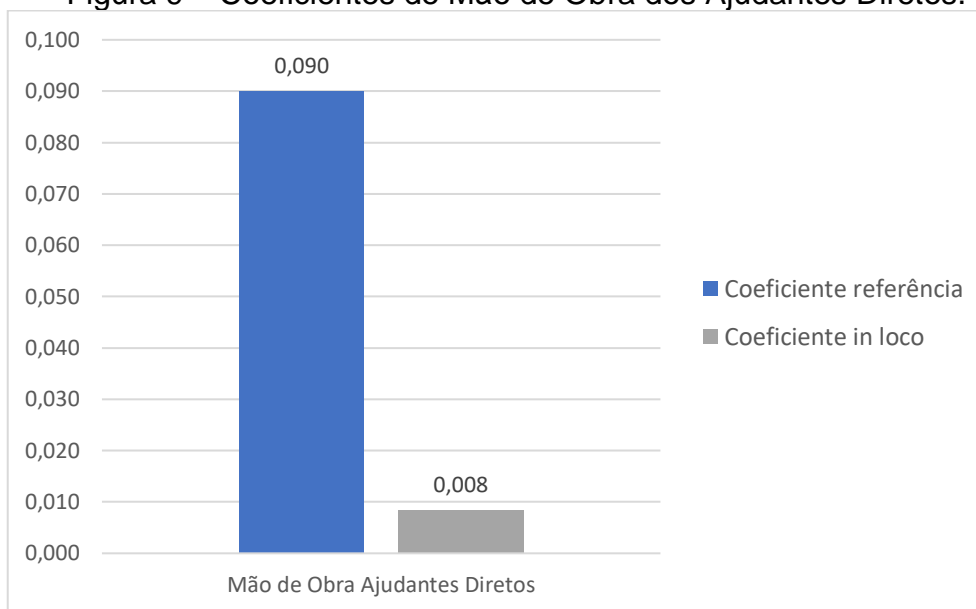
A seguir, apresentam-se os gráficos que comparam os coeficientes de produção adotados como referência pelo SINAPI com aqueles obtidos *in loco* durante a execução.

Figura 8 – Coeficientes de Mão de Obra dos Carpinteiros.



Fonte: Autora (2025).

Figura 9 – Coeficientes de Mão de Obra dos Ajudantes Diretos.

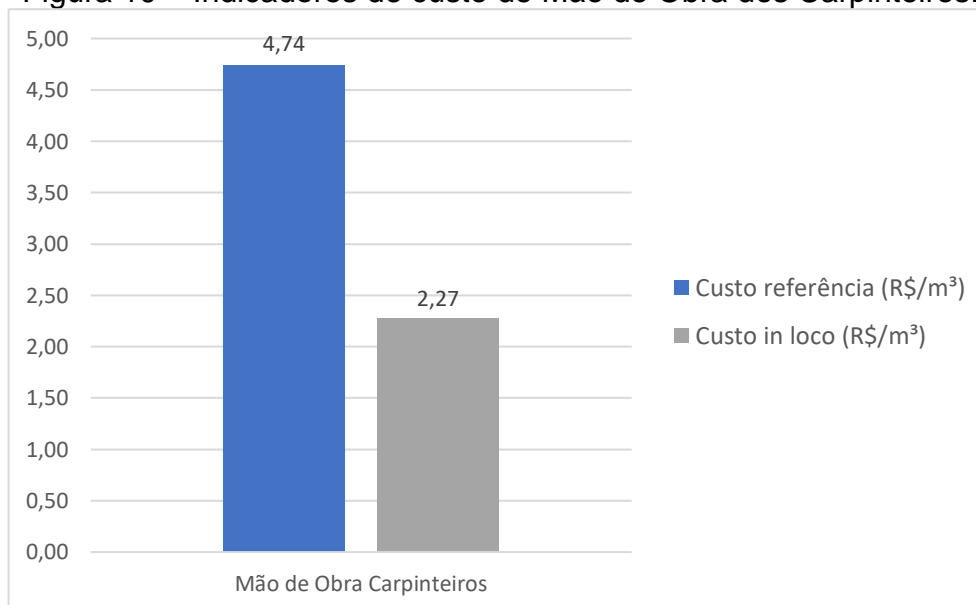


Fonte: Autora (2025).

Conforme apresentado na Figura 8 e na Figura 9, os coeficientes obtidos *in loco* para a mão de obra dos carpinteiros e ajudantes diretos mostraram-se significativamente inferiores aos valores de referência do SINAPI. Para a mão de obra carpinteiros, o coeficiente reduziu de 0,127 h/m³ para 0,061 h/m³, enquanto para a mão de obra dos ajudantes diretos a diferença foi ainda mais expressiva, passando de 0,090 h/m³ para 0,008 h/m³. Esses resultados evidenciam um desempenho produtivo superior ao previsto, indicando menor consumo de horas por unidade executada e reafirmando a maior eficiência operacional observada no canteiro.

A Figura 10 apresenta a comparação entre o custo de referência do SINAPI e o custo apurado *in loco* para a mão de obra dos carpinteiros. Observa-se que o valor de referência é significativamente superior, alcançando R\$ 4,74/m³, enquanto o custo registrado no canteiro de obras totaliza R\$ 2,27/m³.

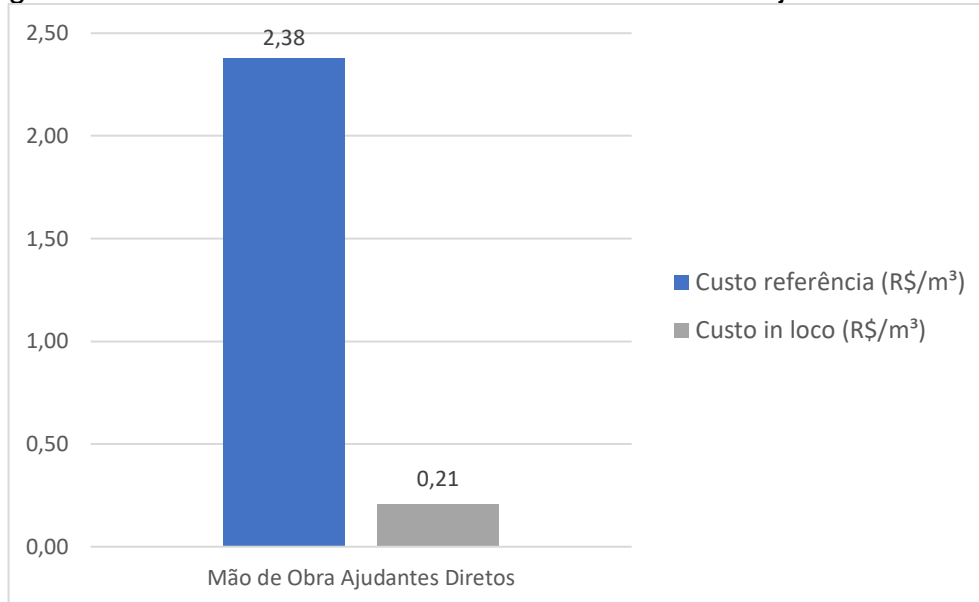
Figura 10 – Indicadores de custo de Mão de Obra dos Carpinteiros.



Fonte: Autora (2025)

A Figura 11 apresenta a comparação entre o custo de referência do SINAPI e o custo obtido *in loco* para a mão de obra dos ajudantes diretos. Enquanto o parâmetro oficial estabelece um valor de R\$ 2,38/m³, o custo registrado na obra foi substancialmente inferior, atingindo apenas R\$ 0,21/m³. A discrepância reforça a tendência observada anteriormente: a execução prática demonstrou desempenho significativamente superior ao previsto pelo sistema de referência, resultando em uma redução expressiva do custo unitário.

Figura 11 – Indicadores de custo de Mão de Obra dos Ajudantes Diretos.



Fonte: Autora (2025).

De forma geral, a substituição do sistema convencional em madeira pelo escoramento metálico resultou em menor consumo de horas de trabalho e redução global de custos, confirmando que a melhoria da produtividade reflete diretamente na economia de recursos humanos, conforme discutido por Souza (2006) e Mattos (2010).

Além disso, tais resultados permanecem tecnicamente coerentes com o comportamento esperado de sistemas industrializados, que simplificam as etapas de montagem e permitem maior padronização e reaproveitamento dos componentes. Dessa forma, os coeficientes obtidos em campo confirmam e consolidam a conclusão de que o escoramento metálico proporciona ganhos reais de produtividade e economia de mão de obra, em consonância com a literatura especializada e com os dados comparativos apresentados.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo desenvolvido possibilitou uma análise aprofundada dos impactos produtivos e econômicos decorrentes da utilização do escoramento metálico em lajes maciças moldadas *in loco*, contribuindo para o debate sobre a modernização dos métodos construtivos e o aprimoramento da gestão da produtividade na construção civil. A análise concentrou-se exclusivamente nos custos diretos relativos à mão de obra, desconsiderando despesas vinculadas à locação, aquisição, transporte ou manutenção dos sistemas de escoramento, de modo a isolar o desempenho produtivo do fator humano e possibilitar uma comparação objetiva entre os métodos analisados.

Os resultados obtidos demonstraram que o escoramento metálico apresentou valores de Razão Unitária de Produção (RUP) significativamente inferiores aos do sistema convencional em madeira, evidenciando maior eficiência na execução. A diferença representa um ganho expressivo de produtividade, traduzindo-se em menor esforço necessário por unidade de volume escorado e melhor aproveitamento do tempo de trabalho. Além disso, a comparação com a composição SINAPI 101792 revelou uma redução de aproximadamente 65% no custo direto de mão de obra, passando de R\$ 7,12/m³ para R\$ 2,48/m³.

Observou-se que a composição das equipes exerceu influência direta sobre os índices de produtividade. O comportamento reforça a importância de equipes balanceadas, nas quais as funções de apoio garantem o fluxo contínuo de materiais e reduzem tempos ociosos, conforme já discutido por Souza (2006) e Mattos (2010). Assim, além do tipo de sistema de escoramento adotado, a configuração da equipe de trabalho mostrou-se um fator crítico de desempenho, indicando que a otimização da produtividade depende tanto de soluções tecnológicas quanto de estratégias de alocação e dimensionamento da mão de obra.

Sob a ótica da gestão, o uso do escoramento metálico mostrou-se coerente com os princípios de industrialização e padronização defendidos por Souza (2006) e Mattos (2010), os quais ressaltam que o controle sistemático da produtividade é essencial para a melhoria contínua e para o alcance de níveis de desempenho mais elevados.

Entretanto, é importante reconhecer que os resultados apresentados neste trabalho foram obtidos a partir da análise de um único empreendimento, localizado em Criciúma/SC, sob condições específicas de execução, equipe e planejamento. Tais particularidades limitam a generalização dos achados, uma vez que fatores como porte da obra, ritmo de produção, perfil da mão de obra e estratégias de gestão podem influenciar significativamente o desempenho produtivo observado.

Como proposta para estudos futuros, recomenda-se ampliar o escopo da pesquisa, contemplando diferentes tipologias de edificações. Sugere-se ainda a inclusão de análises que considerem o custo total de implantação do sistema metálico, incorporando variáveis como transporte, manutenção e durabilidade, bem como a realização de comparativos entre diferentes tecnologias de escoramento metálico e misto.

Além disso, é relevante integrar aspectos ambientais e de sustentabilidade, avaliando o impacto do uso do escoramento metálico na geração de resíduos, na redução do consumo de madeira e na pegada de carbono associada ao ciclo de vida do sistema. Tais abordagens podem fornecer uma visão mais abrangente sobre os benefícios técnicos, econômicos e ambientais dessa alternativa construtiva, consolidando-a como uma estratégia de modernização alinhada às exigências de produtividade e sustentabilidade da construção civil contemporânea.

Em síntese, conclui-se que o escoramento metálico representa uma solução tecnicamente vantajosa e economicamente viável, promovendo ganhos significativos de produtividade. Sua adoção, associada a práticas de controle sistemático e planejamento eficiente, contribui de forma direta para a competitividade e evolução tecnológica do setor da construção civil no Brasil.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15696: escoramento de obras de edifícios - Projeto, execução e controle.** Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

BRASIL. Decreto nº 7.983, de 8 de abril de 2013. **Regulamenta o uso do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI e do Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 9 abr. 2013. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/decreto/d7983.htm. Acesso em: 20 jun. 2025.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Desempenho econômico da construção civil no 1º trimestre de 2024 e perspectivas.** CBIC, 2024. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2024/04/29-04-24-desempenho-economico-cc-abril-2024.pdf>. Acesso em: 25 out. 2025.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Manual básico de indicadores de produtividade na construção civil.** Brasília: CBIC, 2017. Disponível em: https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Manual_Basico_de_Indicadores_de_Produtividade_na_Construcao_Civil_Relatorio_Completo_2017.pdf. Acesso em: 22 out. 2025.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **PIB Brasil e Construção Civil.** CBIC Dados. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>. Acesso em: 20 out. 2025.

CEF. Caixa Econômica Federal. **SINAPI: Metodologias e Conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.** Caixa Econômica Federal. 10ª ed. Brasília: Caixa, 2025. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-metodologia/Livro_SINAPI_Metodologias_Conceitos.pdf. Acesso em: 24 jun. 2025.

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV). **Escassez de mão de obra eleva custos na construção.** Blog do IBRE, 15 jul. 2024. Disponível em: <https://blogdoibre.fgv.br/posts/escassez-de-mao-de-obra-eleva-custos-na-construcao>. Acesso em: 27 jun. 2025.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Projeto de pesquisa e relatório de pesquisa. *In: Metodologia do trabalho científico.* 9. ed., São Paulo: Atlas, 2024. Disponível em: [https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788597026559/epubcfi/6/10\[%3Bvnd.vst.idref%3Dhtml4\]!/4/24/3:79\[olu%2Cme%5E%2C](https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788597026559/epubcfi/6/10[%3Bvnd.vst.idref%3Dhtml4]!/4/24/3:79[olu%2Cme%5E%2C). Acesso em: 09 abr. 2025.

MATTOS, Aldo Dória. **Planejamento e Controle de Obras.** São Paulo: PINI, 2010.

MATTOS, Aldo Dória. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos.** São Paulo: PINI, 2006.

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