XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8562

Medindo a Produtividade de Empreendimentos de Construção: o modelo de Índice Global de Produtividade

Measuring the Productivity of Construction Projects: Global Productivity Index Framework

Francisco Wandisley Freitas Maciel
Universidade Federal do Ceará | Fortaleza | Brasil | wandisley@alu.ufc.br
Luis Felipe Cândido
Universidade Federal do Ceará | Crateús | Brasil | luisfcandido2015@gmail.com
José de Paula Barros Neto
Universidade Federal do Ceará | Fortaleza | Brasil | jpbarros@ufc.br
Luiz Fernando Mählmann Heineck
Universidade Estadual do Ceará | Fortaleza | Brasil | freitas8@terra.com.br
Antônio Nunes de Miranda Filho
Instituto Tecnológico de Aeronáutica | Fortaleza | Brasil | antoniofilhoanmf@fab.mil.br

Resumo

Esse estudo apresenta um modelo de medição da produtividade global de empreendimentos de construção, desenvolvido por um conjunto de empresas do Inovacon CE (Instituto de Inovação da Indústria da Construção Civil do Estado do Ceará). Apresentaram-se o modelo e sua aplicação em 27 empreendimentos de 5 empresas. Verificou-se um IGP médio de 43,83 Hh/m², desvio padrão de 12,39 Hh/m², mínimo de 17,90 (O24) e máximo de 73,06 (O21). O modelo é capaz de comparar diferentes fases de obra e obras concluídas, capturando nuances da produtividade que viabilizam a gestão da produtividade de empreendimentos em andamento e futuros.

Palavras-chave: Produtividade Global. Gestão de Desempenho. Gestão da Construção.

Abstract

This study presents a model for measuring overall labor productivity in building construction. The model was developed by a group of companies from Inovacon CE (Innovation Institute of the Construction Industry of the State of Ceará). The proposed model was presented, along with its testing using data from 27 projects across five companies. The results show an average of 43,83 Hh/m², a standard deviation of 12.39 Hh/m², and a range of 17.90 to 73.06 Hh/m². The model enabled comparisons across construction phases and completed projects, capturing nuances in overall productivity that support productivity management for both ongoing and future projects.

Keywords: Global Productivity. Performance Management. Construction Management.

INTRODUÇÃO

A produtividade é um indicador-chave para a indústria da construção civil, por sua importância no cumprimento dos objetivos de custo e de prazo [1]. Neste sentido,

diversos estudos buscam mensurar e compreender os fatores que influenciam a produtividade no setor, em nível de indústria, de projetos e de atividades.

A maioria desses estudos divide-se em dois níveis: indústria e atividades. Em nível da indústria, têm-se, por exemplo, as bases de dados setoriais produzidas por agências nacionais e as bases de dados internacionais, como a EU KLEMS, que contém dados de 28 países europeus, dos EUA e do Japão [2]. Ainda, segundo esses autores, têm-se as bases em nível de atividades, com detalhes que podem ser usados para verificar a variação da produtividade e os fatores que a influenciam. No entanto, há uma carência de bases de dados de produtividade em nível de projeto [3].

No Brasil, a literatura aponta para uma variação de 20 a 80 homens-hora/m² [4]. Contudo, essa variação pode estar relacionada à forma de mensuração, que difere de empresa para empresa, de região para região e de país para país, o que, muitas vezes, impede uma análise comparativa consistente [3]. Ainda, inconsistências na forma como os autores definem os níveis de análise, na utilização dos indicadores de produtividade e nas fontes de dados empregadas estão entre as principais problemáticas identificadas na literatura [2].

A falta de métricas padronizadas torna difícil comparar o desempenho entre projetos e setores, limitando a capacidade de compreender e prever esse desempenho com precisão [3]. Isso repercute em duas questões principais: escassez de bancos de dados de produtividade de projeto; e falha na comunicação entre os dados econômicos (macro) e os de gestão de canteiro (micro) (2).

A escassez de bancos de dados sobre a produtividade de projetos dificulta o estabelecimento de *benchmarks*, o que impede que as empresas comparem seu desempenho ao do mercado ou validem, de forma ampla, a eficácia de novas tecnologias [2]. Ainda segundo os autores, a falha na comunicação entre os dados econômicos (macro) e os de gestão de canteiro (micro) dificulta que melhorias em nível de atividade se traduzam em ganhos estatísticos nacionais.

É nesse contexto que o presente estudo apresenta um modelo integrado de medição e comunicação da produtividade em empreendimentos de construção. O modelo é composto por um conjunto de procedimentos para coleta, processamento, comunicação, avaliação e revisão, desenvolvidos com base nos princípios da gestão de desempenho [5.6] e que adaptam a Razão Unitária de Produção Global [7] a uma métrica principal, chamada de Índice Global de Produtividade (IGP). O modelo foi estruturado com base na experiência de um grupo de construtoras cearenses associadas ao Inovacon - CE (Instituto de Inovação da Indústria da Construção Civil do Estado do Ceará).

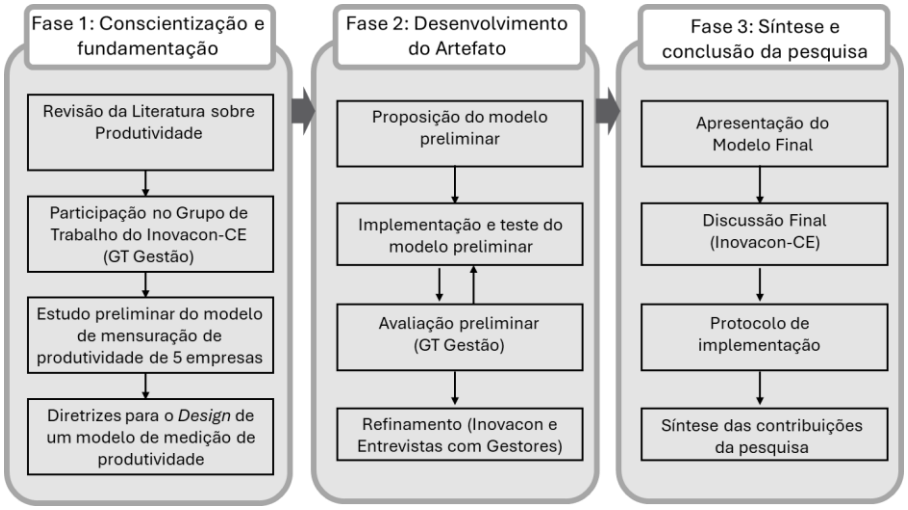
Ao apresentar o modelo, bem como o resultado de sua aplicação a 27 empreendimentos de construção, o estudo contribui ao oferecer uma métrica padronizada de fácil utilização e evidências empíricas para ampliar os dados de produtividade de projeto disponíveis na literatura.

MÉTODO DE PESQUISA

O estudo seguiu os princípios de *Design Science Research* [8], conforme as fases apresentadas na Figura 1.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8562

Figura 1 – Delineamento da Pesquisa



Fonte: dos autores.

Na fase de conscientização e fundamentação, buscou-se obter um conhecimento teórico e prático aprofundado sobre a questão em análise. Para tanto, foram levantados trabalhos sobre produtividade para fundamentar teoricamente o estudo. Do ponto de vista prático, alguns dos autores participaram do Grupo de Trabalho do INOVACON, denominado GT Produtividade. O tema de produtividade tem sido pauta recorrente da rede de inovação, com atividades registradas desde sua criação, em 2015, 2018, 2019, 2023 e 2015, resultando em diversos relatórios internos e avanços técnicos e científicos registrados nas dissertações de mestrado de [9] e [10] e [11]. Neste estudo, reportam-se os avanços que culminaram na última dissertação citada.

Um dos autores participou do GT em 2019, composto por engenheiros em cargos de gerência de obras de 7 construtoras e por 1 professor da UFC. Inicialmente, o GT realizou reuniões semanais para discutir o tema. Além da observação realizada, foram realizadas entrevistas em profundidade com estes gestores, bem como foram coletados documentos (planilhas de produtividade, procedimentos internos para coleta e análise de produtividade, apresentações do Inovacon, entre outros). Esse conjunto inicial permitiu entender como as empresas participantes mediam a produtividade global de seus empreendimentos e traçar diretrizes para a elaboração do modelo.

Na segunda fase desenvolveu-se o artefato (modelo). A partir de um modelo preliminar, elaborado com base na etapa anterior, foram realizadas 8 visitas técnicas aos canteiros de 8 obras para apresentar o modelo às equipes técnicas responsáveis pela implementação e pelo teste. Os dados eram coletados pelas obras, compilados em um banco de dados e analisados mensalmente no âmbito do GT, o que permitiu vários ciclos de refinamento e melhoria. A caracterização geral das obras é apresentada nos resultados.

Os principais ajustes estavam relacionados à forma de coletar as horas-homem trabalhadas. Por exemplo: incorporar ou apresentar em separado a mão de obra terceirizada; incluir ou não a administração; coletar a partir do relógio de ponto ou da folha de pagamento; considerar ou não as horas produtivas separadas das horas improdutivas; como considerar as horas extras, entre outras discussões. Além disso, discutiam-se recorrentemente com as equipes de obra as dificuldades associadas à implementação do modelo. Por fim, realizaram-se 8 entrevistas específicas para avaliar a utilidade e funcionalidade do modelo.

Ao fim do ano de trabalho, na última fase, o modelo estruturado foi apresentado na reunião geral do Inovacon, o que permitiu uma discussão mais ampla e ajustes finais para sua consolidação. O modelo final, a síntese e a contribuição da pesquisa, são apresentados a seguir.

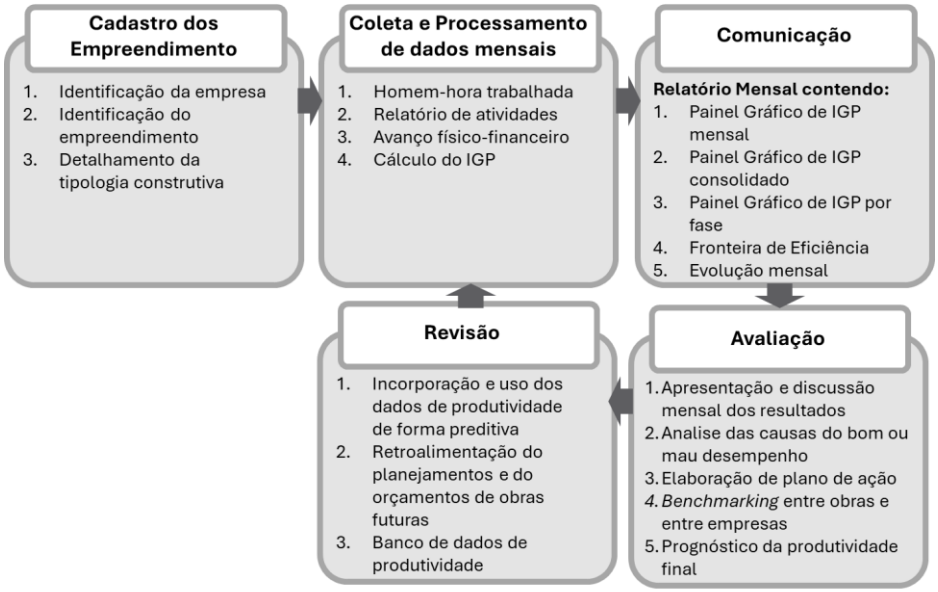
RESULTADOS E DISCUSÃO

A seguir, apresenta-se o modelo e, posteriormente, o resultado de IGP das obras participantes do estudo.

IGP: Modelo Integrado de Medição e Comunicação da Produtividade de Projetos de Construção

O modelo é composto por um conjunto de procedimentos desenvolvidos com base nos princípios da gestão de desempenho nas etapas de medir (definir o indicador, coletar e processar os dados) e de gerir o desempenho (comunicação, avaliação e revisão) [5,6], conforme sintetizado na Figura 2 e detalhado nas próximas subseções.

Figura 2 – Delineamento da Pesquisa



Fonte: dos autores.

Cadastro dos empreendimentos

Inicialmente, padronizou-se a forma de cadastro dos empreendimentos para possibilitar a estratificação das bases de dados, a segmentação das obras para realizar benchmarking entre empresas e a avaliação da eficácia de novas tecnologias construtivas empregadas. A ficha de cadastro, parte 1 de 2, é apresentada na Figura 3.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8562

Figura 3 – Ficha de Cadastro Parte 1 de 2

1	EMPRESA:			
2	NOME DO EMPREENDIMENTO:			
3	ENDEREÇO:			
4	BAIRRO:			
5	DURAÇÃO DA OBRA:			
6	ÁREA PRIVATIVA TOTAL:			
7	ÁREA CONSTRUÍDA TOTAL:			
8	PERFIL DA EDIFICAÇÃO (Ex: SS, Térreo, Lazer, 20 Tipos e Coberta):			
9	TAMANHO e QUANTIDADE DAS UNIDADE:	TAMANHO	UNIDADE	
	TIPO DE UNIDADE 1 (m²)			
	TIPO DE UNIDADE 2 (m²)			
	TIPO DE UNIDADE 3 (m²)			
	TIPO DE UNIDADE 4 (m²)			
10	QUANT. PAVIMENTOS:			
11	QUANTIDADE DE SUBSOLOS:			
12	QUANT. TORRES/BLOCOS:			
13	PADRÃO: (EX: MCMV, ALTO PADRÃO, ETC..)			
14	HÁ PISCINA?			
15	AMBIENTES DA ÁREA COMUM (Descreva principais ambientes que serão entregues nas áreas comuns)			
16	ESPELHO D'ÁGUA?			

Fonte: dos autores.

Já a ficha de cadastro com o detalhamento da tipologia construtiva é apresentada na Figura 4.

Figura 4 – Ficha de Cadastro Parte 2 de 2 (recorte)

			OPÇÃO 1	OPÇÃO 2	OPÇÃO 3	OPÇÃO 4	OUTROS / OBSERV.
17	CONTENÇÃO		Broca (Estacas Contíguas)	Talude no Terreno	Parede Diafragma		
18	FUNDAÇÃO (considerar a fundação da torre)		Estaca Raiz	Estaca Hélice	Sapatas	Radier	
19	ESTRUTURA	TIPO DA ESTRUTURA	Nervurada Protendida Unidirecional	Nervurada Bi-direcional	Plano Tensionada (Protendida)	Laje Plana	
		TIPO DE CONCRETO	Convencional	CAA (concreto auto adensável)	Rodado Na Obra		
		TIPO DE AÇO	Barras (cortado no local)	Corte e dobra de fábrica. Montag inloco	Peças prontas de fábrica		
20	ALVENARIA	EXTERNA	Bloco Concreto	Bloco de Cerâmico	Tijolo Cerâmico (8 furos)		
		INTERNA - Áreas Secas	Bloco de Gesso	Dry-Wall	Tijolo Cerâmico (8 furos)		
		INTERNA - Áreas Molhadas	Bloco de Gesso	Dry-Wall	Tijolo Cerâmico (8 furos)		
21	CONTRAPISO		Convencional (farofa)	Autonivelante			
22	REVESTIMENTO INTERNO PISO	Áreas Secas	Cerâmica	Porcelanato			
		Áreas Molhadas	Cerâmica	Porcelanato			

Fonte: dos autores.

Coleta e processamento

A coleta e o processamento da produtividade são realizados mensalmente e os dados necessários estão diretamente relacionados ao cálculo do IGP, conforme a Equação 1:

$$IGP_{mês_n} = \frac{Quantidade\ de\ Homens\ Horas\ Trabalhadas}{\%\ Avanço\ Físico\ Mensal \times Área\ construída}\ Hh/m^2 \quad (1)$$

Trata-se de uma adaptação da Razão Unitária de Produção Global [7], na qual padronizaram-se os *inputs* de homens-hora (numerador) e de quantidade de trabalho (denominador).

Para homem-horas (numerador), definiu-se:

- Quantidade de homens horas trabalhadas, conforme o controle de ponto (registro obrigatório por lei), por meio de relógios digitais biométricos ou de cartões.
- O trabalho no sábado ou feriado deve ser considerado na soma mensal do total de horas trabalhadas (reais e não com o coeficiente de extras)
- Para o operário transferido entre obras, contabilizar apenas os dias em que o funcionário realmente trabalhou na obra naquele mês.
- Inclui as horas trabalhadas pelas empresas terceirizadas. Portanto, é necessário o acompanhamento do efetivo diário de todas estas empresas.

Para a quantidade de trabalho (denominador), definiu-se:

- Para a obtenção da área construída, as empresas devem utilizar os valores inseridos no alvará de construção, calculados de acordo com a NBR 12721 [12];
- Essa metragem quadrada mensal é obtida pela multiplicação da porcentagem de avanço físico, medida pelo cronograma físico-financeiro do empreendimento, pelo total da área construída.

Junto com essas informações, também é gerado um Relatório de Atividades em andamento no mês, que contextualiza o indicador e apresenta as principais informações. Para garantir que os mesmos tipos de informação fossem repassados, também foram padronizados.

Por fim, calcula-se o IGP, cujo resultado é expresso em Hh/m². Note-se que, ao término da obra, terão sido computadas todas as horas trabalhadas e toda a área construída, o que se denomina IGP consolidado.

Comunicação

A comunicação dos resultados é feita por meio de um relatório mensal que apresenta os resultados do ciclo de coleta em questão. Esse procedimento pode ser realizado tanto entre obras de uma mesma empresa quanto entre obras de diferentes empresas, sejam elas em andamento ou consolidadas.

O relatório contém a seguinte estrutura:

- Resumo com principais destaques: aponta os melhores e piores resultados para a realização de análise profunda e benchmarking entre as empresas;
- Painel Gráfico de IGP consolidado: compara o IGP acumulado das obras até o mês da análise
- Painel Gráfico de IGP mensal: apresenta o IGP mês a mês e acumulado de cada obra até o mês da análise
- Painel Gráfico de IGP por fase: compara o IGP acumulado das obras em três momentos, correspondentes a um terço de obra cada um deles; nesta análise, uma mesma obra que está no fim tem seu IGP no 1º, 2º e 3º terços;
- Fronteira de Eficiência: apresenta o desempenho acumulado do IGP das obras, traçando a curva dos menores desempenhos e indicando o percentual de eficiência em relação a esse mínimo.

Exemplos de cada um desses elementos são apresentados como resultados da aplicação do modelo.

Avaliação

A avaliação dos resultados é realizada tanto internamente, na obra, quanto entre as obras da empresa e entre obras de diferentes empresas. O modelo propõe uma rotina de análise baseada, mas não restrita, nos seguintes elementos:

- Apresentação e discussão mensal dos resultados
- Análise das causas do bom ou mau desempenho
- Elaboração de plano de ação
- *Benchmarking* entre obras e/ou empresas
- Prognóstico da produtividade final

Três recomendações adotadas na avaliação foram:

- O IGP deve estar entre 20 e 80 Hh/m² (4), com valor desejável máximo de 40 Hh/m².
- A meta do IGP deve ser definida individualmente para cada obra e empresa, de acordo com a estratégia de cada uma.
- A comparação do IGP deve ser feita entre obras que se encontram na mesma fase, definida pelos terços de obra.
- Recomenda-se realizar o prognóstico da produtividade final com base na Curva S planejada versus realizada. Pode-se adotar um cenário realista (em que o desempenho da obra permanecerá igual ao IGP acumulado até a data), um cenário otimista (em que o desempenho tenderá ao IGPpot – calculado como a mediana entre os IGPmensais abaixo do IGP acumulado) e um cenário pessimista (em que o desempenho ficará acima do IGPpot – calculado como a mediana entre os IGPmensais acima do IGP acumulado).

Revisão

A última etapa aborda a incorporação e o uso preditivo dos dados de produtividade, a retroalimentação dos planejamentos e orçamentos de obras futuras e a constituição de um banco de dados de produtividade. Por razões de escopo e espaço, nenhuma delas é detalhada neste artigo. A seguir, os resultados da aplicação do modelo.

RESULTADOS DE IPG DAS OBRAS PARTICIPANTES DO ESTUDO

O Quadro 1 resume a caracterização geral das obras e das empresas participantes do estudo.

Quadro 1 – Caracterização das empresas e obras do estudo

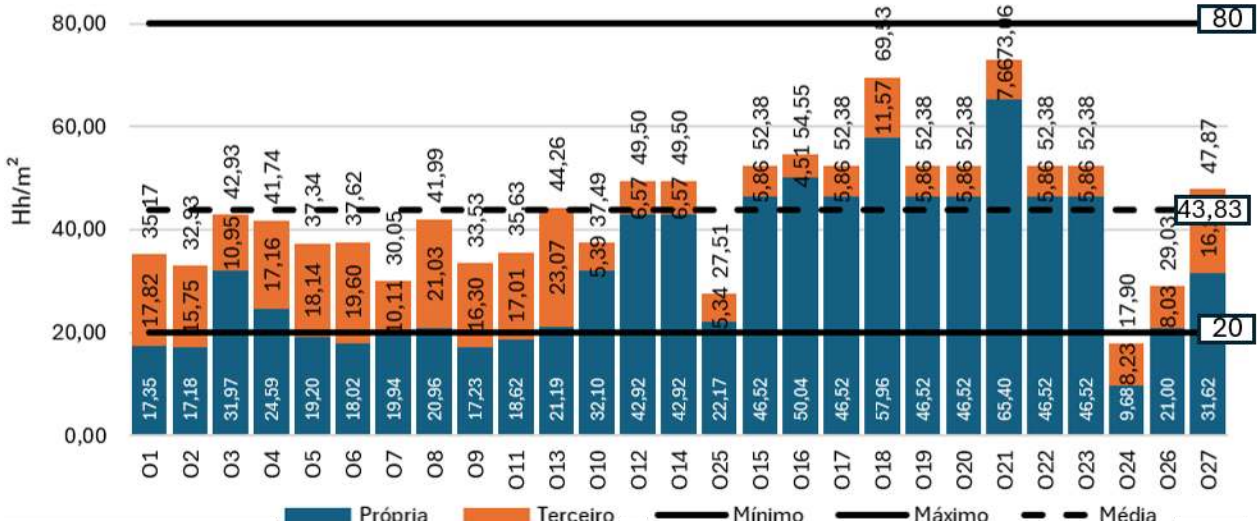
Empresa	Empreendimento	Padrão	Tipo	Área Construída (m²)
Alfa	1	A	R	25.246,21
	2	A	R	32.771,32
	3	A	R	24.276,75
	4	A	R	33.392,52
	5	A	R	16.610,37
	6	A	R	15.816,63
	7	A	R	13.429,00
	8	A	R	25.025,60
	9	A	R	19.141,95
	11	A	R	14.741,80

	13	A	R	12.820,39
Beta	10	A	R	21.725,80
	12	A	R	12.253,21
	14	A	R	27.566,68
	25	A	c	32.627,9
Gama	15	M	R	24.804,00
	16	M	R	17.656,08
	17	M	R	18.613,90
	18	M	R	22.808,44
	19	M	R	22.939,47
	20	M	R	64.223,77
	21	M	R	22.053,36
	22	A	R	12.397,74
	23	A	R	8.733,93
Delta	24	MCMV	R	58.652,18
Épsilon	26	A	C	44.607,06
	27	M	R	16.552,80

Legenda: R- Residencial; C- Comercial; A- Alto; M- Médio; MCMV - Minha Casa, Minha Vida
Fonte: dos autores.

O primeiro resultado do relatório é o Painel Gráfico do IGP consolidado, conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Painel Gráfico de IGP consolidado para as 27 obras do estudo



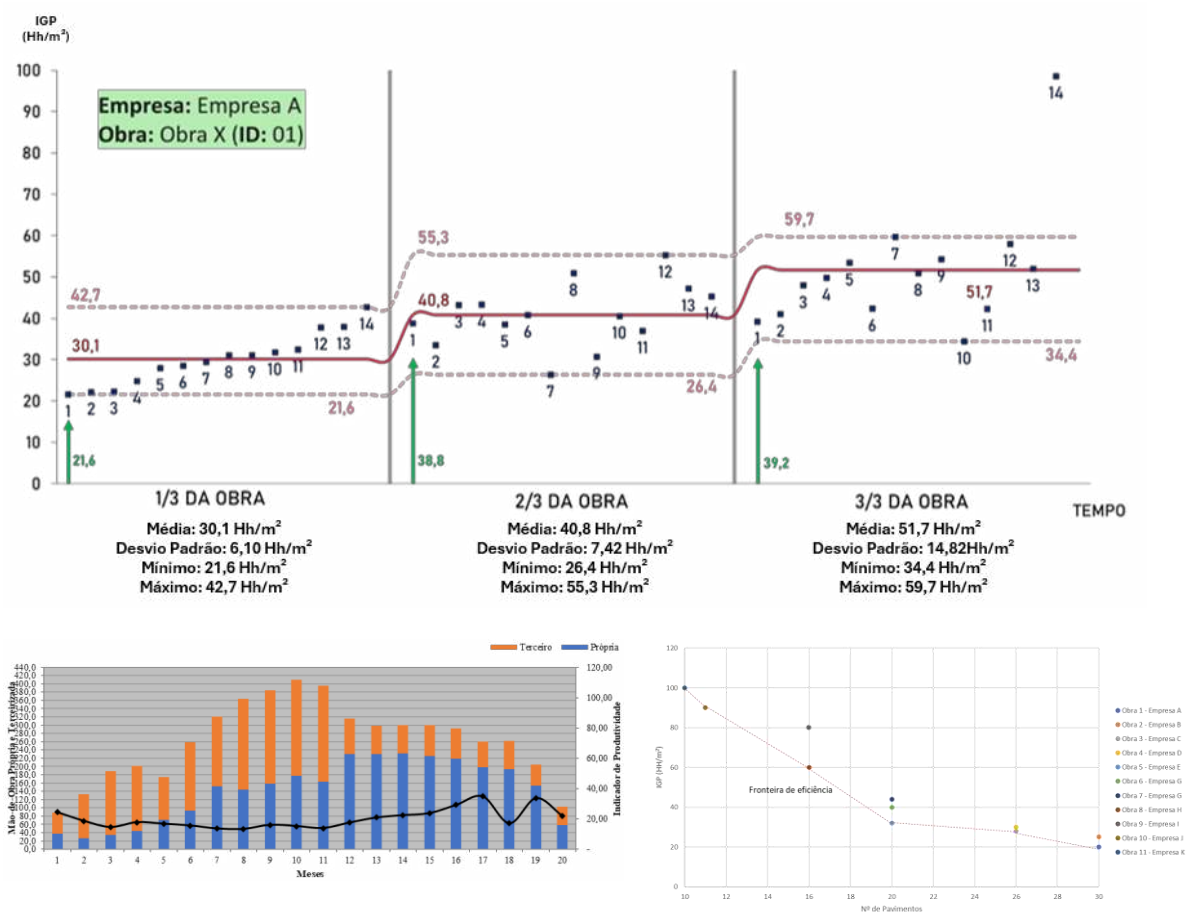
Fonte: dos autores.

Pode-se verificar que todos os valores estão dentro do limite esperado de 20 a 80 Hh/m², com IGP médio de 43,83 Hh/m², desvio padrão de 12,39 Hh/m², mínimo de 17,90 (O24) e máximo de 73,06 (O21). A O24 é um PMCMV com sistema construtivo em parede de concreto, o que evidencia sua superioridade na redução do consumo de mão de obra (2,4x menor que a média) e apresenta IGP 4,1x menor que p IGP máx (73,06 Hh/m²). A O21 é uma obra de padrão horizontal médio, com 13 bangalôs de 2 pavimentos e 26 apartamentos de 139,81 m², além de 8 blocos com 4 andares e 304 apartamentos com áreas de 98 m², 60 m² e 38 m², executados em alvenaria estrutural. Outra informação relevante diz respeito à proporção de mão de obra própria, que foi, em média, de 72%, variando de 42% a 92%, o que indica que, no conjunto analisado, há pouca terceirização de serviços.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8562

Devido ao espaço disponível, os demais tipos de resultados são apresentados à guisa de exemplificação, sem análise nem discussão, conforme a Figura 6.

Figura 6 – Exemplo de resultados da aplicação do modelo.



Nota: Acima, no centro, tem-se o Painel Gráfico do IGP por fase; à esquerda, abaixo, tem-se o IGP por mês de uma obra; e, à direita, abaixo, tem-se uma Fronteira de Eficiência.
Fonte: dos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo apresentou um modelo integrado de medição e comunicação da produtividade de projetos de construção, desenvolvido com base nos princípios da gestão de desempenho e que adapta a RUP por meio de uma métrica chamada Índice Global de Produtividade (IGP). O modelo foi estruturado com base na experiência de um grupo de construtoras cearenses associadas ao Inovacon - CE.

Foram apresentados os principais procedimentos do modelo, bem como o resultado de sua aplicação a 27 empreendimentos de construção, para o IGP consolidado, e exemplificados outros resultados de seu uso. O modelo é capaz de aprimorar o gerenciamento de empreendimentos de construção na medida em que permite a realização de *benchmarking* entre obras de uma mesma empresa e entre empresas, projetar o desempenho futuro, validar sistemas construtivos adotados (como foi o caso da parede de concreto que obteve melhor desempenho entre as obras

analisadas), entre outras questões que não foram possíveis de detalhar devido ao espaço aqui disponível, o que constitui a sua principal limitação.

Estudos futuros podem se aprofundar na análise dos resultados por tipo e padrão de obra, bem como na análise da tendência por tipologia de empreendimento e por área total de construção. Além disso, pode-se analisar o uso do IGP para projetar a Curva S, em comparação com outros métodos tradicionalmente utilizados. Por fim, pode-se tomar o IGP de obras de diferentes épocas para verificar se a tendência geral é de melhoria no setor.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos participantes da pesquisa e, em especial, ao Inovacon CE - Instituto de Inovação da Indústria da Construção Civil pelo apoio e realização da pesquisa.

DECLARAÇÃO DE USO DE IA

Os autores declaram que não utilizaram IA generativa nem tecnologias assistidas por IA no processo de preparação do manuscrito.

REFERÊNCIAS

[1] ASSAAD, R.; EL-ADAWAY, I. H.; ABOTALEB, I. S. Predicting Project Performance in the Construction Industry. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 146, n. 5, 2020.

[2] RATHNAYAKE, A.; MIDDLETON, C. Systematic Review of the Literature on Construction Productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 149, n. 6, p. 1–15, 2023.

[3] MURGUIA, D. et al. Measuring Construction Productivity across Projects: Multilevel Three-Dimensional Framework. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 150, n. 11, p. 1–16, 2024.

[4] SOUZA, U. E. L. DE. **Como aumentar a eficiência da Mão-de-Obra**. São Paulo: Pini, 2006.

[5] CÂNDIDO, L. F.; LIMA, S. H. DE O.; BARROS NETO, J. DE P. Análise de sistemas de medição de desempenho na indústria da construção. **Ambiente Construído**, v. 16, n. 2, p. 189–208, jun. 2016.

[6] CÂNDIDO, L. F.; LIMA, S. H. DE O.; BARROS NETO, J. DE P. Medição e gestão de desempenho em empresas construtoras. **Ambiente Construído**, v. 20, n. 1, p. 195–214, mar. 2020.

[7] SOUZA, U. E. L. DE. **Método para a previsão da produtividade da mão-de-obra e do consumo unitário de materiais para os serviços de fôrmas, armação, concretagem, alvenaria, revestimentos com argamassa, contrapiso, revestimentos com gesso e revestimentos cerâmicos**. [s.l.] 357f. Tese (Livre docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.

[8] DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Design Science Research: A Method for Science and Technology Advancement**. Cham:

Springer International Publishing, 2015.

[9] SOARES, G. N. **Proposição de um modelo de gestão da produtividade e retroalimentação orçamentária**. [s.l.] Universidade Federal do Ceará, 2016.

[10] ROCHA, P. H. G. DA. **Proposta de criação do índice de produtividade global para obras residenciais verticais**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2018.

[11] MACIEL, Francisco Wandisley Freitas. **Proposta de metodologia para obtenção de índice global de produtividade em empreendimentos de construção civil**. 2022. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil - Estruturas e Construção Civil) - Centro de Tecnologia. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2022.

[12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12721:2006:** avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios: procedimento. Versão corrigida 3:2021. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.