



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ESTRUTURAL E CONSTRUÇÃO CIVIL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL: ESTRUTURAS E**  
**CONSTRUÇÃO CIVIL**

**FRANCISCO WANDISLEY FREITAS MACIEL**

**PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA OBTENÇÃO DE ÍNDICE GLOBAL DE**  
**PRODUTIVIDADE EM EMPREENDIMENTOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

**FORTALEZA**

**2022**

FRANCISCO WANDISLEY FREITAS MACIEL

PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA OBTENÇÃO DE ÍNDICE GLOBAL DE  
PRODUTIVIDADE EM EMPREENDIMENTOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de mestre em Construção Civil. Área de concentração: Construção Civil.

Orientador: Prof. Dr. José de Paula Barros Neto  
Coorientador: Prof. Dr. Anselmo Ramalho Pitombeira Neto

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

M138p Maciel, Francisco Wandisley Freitas.  
PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA OBTENÇÃO DE ÍNDICE GLOBAL DE  
PRODUTIVIDADE EM EMPREENDIMENTOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL / Francisco Wandisley  
Freitas Maciel. – 2024.  
83 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Dr. José de Paula Barros Neto.

Coorientação: Prof. Dr. Anselmo Ramalho Pitombeira Neto.

1. Medição de produtividade. 2. Construção Civil. 3. Medição de desempenho. 4. Indicador de desempenho.  
I. Título.

CDD 624.1

---

FRANCISCO WANDISLEY FREITAS MACIEL

PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA OBTENÇÃO DE ÍNDICE GLOBAL DE  
PRODUTIVIDADE EM EMPREENDIMENTOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de mestre em Construção Civil. Área de concentração: Construção Civil.

Aprovada em: 30/11/2022.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. José de Paula Barros Neto (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Anselmo Ramalho Pitombeira Neto (Co-orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr.a Vanessa Ribeiro Campos  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Luiz Fernando Mahlmann Heineck  
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

A Deus.

Aos meus amigos do mestrado, que compartilharam comigo todas as possíveis emoções dessa trajetória.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Ceará e a suas instâncias departamentais, especialmente ao PEC, que me acolheu na trajetória desse trabalho.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

Ao Prof. Dr. José de Paula Barros Neto, pela excelente orientação e pela paciência dispensada nessa empreitada.

Ao Prof. Dr. Anselmo Ramalho Pitombeira Neto, pela cordialidade na coorientação deste trabalho e presteza nos momentos nos quais precisei.

Ao Prof. Luís Felipe Cândido, pelo descomedido apoio técnico e, sobretudo, emocional em todas as etapas dessa pós-graduação.

Aos professores participantes da banca examinadora Vanessa Campos e Luiz Heineck pelo tempo, pelas valiosas colaborações e pelas sugestões.

Ao Programa de Inovação da Indústria da Construção Civil (INOVACON), braço tecnológico do Sindicato da Indústria da Construção Civil (SINDUSCON) do Ceará, pelo convite e abertura à participação do GT Gestão, o qual foi essencial para este trabalho.

Aos colegas da turma de mestrado, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas e, sobretudo, pela incomensurável amizade que permeou nossos caminhos, principalmente durante a pandemia de covid-19. A conclusão deste trabalho, certamente, seria impossível sem vocês: Amanda Fontenele, Amanda Machado, Camila Carvalho, Éden Malveira, Estevão Damasceno, Laury Araújo, Luís Marcelo, Matheus Gomes, Wyoskynária Mihaly.

Aos meus queridos familiares, principalmente meus amados pais, Edvânia e Vanderlei, e minha tia, Gerlianne, que me deram os mais diversos suportes para a conclusão desse estudo. À Mirla Lima, que é minha fã e eu dela.

À Rejane Ribeiro, pela notável presença durante minha trajetória pessoal, que também se revelou presente no decurso deste estudo.

A todos que contribuíram, torceram e se dedicaram a me escutar, apoiar e fortalecer as minhas escolhas, especialmente durante esse mestrado. Vocês são especiais.

“Não há nada mais assustador que a ignorância em ação”. (GOETHE).

## RESUMO

Estudos técnicos apontam que a construção civil tem produtividade aquém de outras indústrias: enquanto este setor tem aumento de 1,0% ao ano, outros setores alcançam patamares além do triplo. Nesta conjectura, o Brasil figura como um país que “está ficando para trás”, pois tem apresentado baixa produtividade e índices de crescimento negativos. Os prolíficos estudos na área de gestão da construção civil revelam que ações de melhoria no processo e principalmente na medição de produtividade são um substancial desafio a esta indústria, notadamente porque a produtividade é potencial influenciador dos custos e prazos em empreendimentos. A literatura tem mostrado que a produtividade de mão de obra na construção civil, no Brasil, pode variar entre 20 e 80 homens-hora/m<sup>2</sup>. No entanto, tal indicador tem potencial de se defasar facilmente, principalmente pela não atualização dos dados, pelas diferenças no porte das empresas e pelas características regionais diferenciadas da amostra, ou seja, medição feita em determinada região do país, representando parte da indústria. Além disso, as pesquisas tendem a estudar indicadores relacionados a pacotes de trabalho e/ou serviços específicos, e não a produtividade de uma maneira global. Assim, o problema desta pesquisa relaciona-se com um dos principais desafios de desempenho e gestão na construção civil: a produtividade. Estudos que apresentem resultados globais de produtividade de empreendimentos, que significa envolver todo os processos construtivos em uma visão global, do início ao fim da obra, ainda são incipientes no Brasil. Dessa forma, métodos de cálculo desse tipo de índice e sua análise também se mostram deficientes. O objetivo geral deste trabalho é propor um modelo de medição de produtividade global de mão de obra para empreendimentos imobiliários. A presente pesquisa seguiu a metodologia de *Design Science Research*, cuja proposta foi identificar um problema prático e propor um artefato para resolvê-lo. O artefato desenvolvido é um modelo teórico de medição de produtividade global de mão de obra para obras concluídas e em andamento, que consta de onze ferramentas e visa a contribuir para a medição e comunicação de um indicador global de produtividade.

**Palavras-chave:** Medição de produtividade. Construção Civil. Medição de desempenho. Indicador de desempenho.

## ABSTRACT

Technical studies point out that civil construction has a lower productivity than other industries: while this sector has an increase of 1.0% per year, other sectors reach levels more than three times as high. In this conjecture, Brazil figures as a country that is "lagging behind", because it has shown low productivity and negative growth rates. The prolific studies in the area of civil construction management reveal that actions to improve the process and especially the measurement of productivity are a substantial challenge to this industry, especially because productivity is a potential influencer of costs and deadlines in projects. The literature has shown that labor productivity in civil construction in Brazil can vary between 20 and 80 man-hours/m<sup>2</sup>. However, this indicator has the potential to lag easily, mainly due to the non-updating of data, the differences in the size of the companies and the different regional characteristics of the sample, i.e., measurement made in a certain region of the country, representing part of the industry. In addition, surveys tend to study indicators related to specific work packages and/or services, and not productivity in a global manner. Thus, the problem of this research relates to one of the main performance and management challenges in construction: productivity. Studies that present global results of project productivity, which means involving all construction processes in a global vision, from the beginning to the end of the work, are still incipient in Brazil. Thus, methods for calculating this type of index and its analysis are also deficient. The general objective of this work is to propose a model for measuring global labor productivity for real estate projects. The present research followed the Design Science Research methodology, whose proposal was to identify a practical problem and propose an artifact to solve it. The developed artifact is a theoretical model for measuring global labor productivity for completed and ongoing construction projects, which consists of eleven tools and aims to contribute to the measurement and communication of a global productivity indicator.

**Keywords:** Productivity measurement. Construction. Performance measurement. Performance Indicator.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O que a administração da produção utiliza .....	19
Figura 2 – Processo de transformação do produto .....	20
Figura 3 – Conceito de produtividade .....	20
Figura 4 – Características, papéis (funções) e processos da medição de desempenho .....	22
Figura 5 – Superposição da curva padrão com uma curva realizada.....	30
Figura 6 – Enquadramento metodológico da pesquisa.....	31
Figura 7 – Delineamento do processo de pesquisa para elaboração do modelo.....	34
Figura 8 – Etapa 01 do processo metodológico: conscientização do problema .....	35
Figura 9 – Etapa 02 do processo metodológico: desenvolvimento do artefato.....	38
Figura 10 – Etapa 03 do processo metodológico: conclusão do modelo.....	40
Figura 11 - Fluxo do modelo .....	41
Figura 12 – Ficha de Cadastro Parte 1 de 2 – Cadastro do empreendimento.....	43
Figura 13 – Ficha de Cadastro Parte 2 de 2 – Tipologias Construtivas .....	44
Figura 14 – Recorte da ferramenta de “Controle de Ponto” .....	45
Figura 15 – Ficha de Acompanhamento Mensal Parte 1 de 2 – Caracterização e índices coletados.....	47
Figura 16 – Ficha de Acompanhamento Mensal Parte 2 de 2 – Coleta de dados por serviço e observações.....	48
Figura 17 – Exemplo de apresentação dos resultados de um empreendimento .....	50
Figura 18 – Exemplo de apresentação dos resultados comparativos entre as obras .....	50
Figura 19 – <i>Benchmarking</i> entre obras.....	51
Figura 20 – Recorte da planilha preenchida .....	53
Figura 21 – Gráfico de acompanhamento mensal do IGP.....	53
Figura 22 - Gráfico de comparação média de IGP .....	54
Figura 23 – Gráfico de evolução do IGP da Obra 24 .....	55
Figura 24 – Gráfico de comparação por terço da obra .....	55
Figura 25– Gráfico de dados da Obra X, Empresa A.....	56
Figura 26– Recorde da planilha de dados da Obra X, Empresa A .....	57
Figura 27– Recorde da planilha de dados da Obra X, Empresa A .....	57
Figura 28– Recorde da planilha de dados da Obra X, Empresa A .....	58

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Modelo consolidado para definir indicadores de desempenho.....	23
Quadro 2 – Resumo dos indicadores do estudo de Borges (2017).....	25
Quadro 3 – Resumo dos indicadores de empresa do estudo de Borges (2017).....	26
Quadro 4 – Síntese dos principais conceitos da <i>design science</i> .....	33
Quadro 5 – Proposta de definição de indicador global de produtividade.....	42
Quadro 6 – Caracterização das empresas .....	52

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1 Contextualização e justificativa da pesquisa.....	13
1.2 Problema e questão de pesquisa .....	16
1.2     Objetivos .....	17
1.3     Delimitação do estudo.....	17
1.4     Estrutura do plano de trabalho (qualificação).....	18
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>19</b>
2.1 Produtividade de mão de obra .....	19
2.3 Considerações sobre medição de desempenho.....	21
2.4 Indicadores de desempenho.....	24
2.5 Curvas de agregação de valor como técnica de medição de desempenho .....	29
<b>3 MÉTODO DE PESQUISA</b> .....	<b>31</b>
3.1 Enquadramento metodológico .....	31
3.2 Estratégia de Pesquisa: <i>Design Science Research</i> .....	32
3.2.1 <i>Conscientização do problema real</i> .....	34
3.2.1.1 <i>Fundamentação teórica</i> .....	36
3.2.1.2 <i>Fundamentação prática</i> .....	37
3.2.2 <i>Desenvolvimento do artefato</i> .....	37
3.2.3 <i>Conclusão</i> .....	40
<b>4 ARTEFATO – MODELO DE MEDIÇÃO DE PRODUTIVIDADE GLOBAL</b> .....	<b>41</b>
4.1 Descrição do modelo preliminar proposto .....	41
4.1.1 <i>Orientações iniciais</i> .....	41
4.1.2 <i>Ficha de Cadastro</i> .....	42
4.1.3 <i>Controle de Ponto</i> .....	45
4.1.4 <i>Área Construída e progresso físico mensal</i> .....	47
4.1.5 <i>Ficha de acompanhamento mensal</i> .....	47
4.1.5 <i>Processamento dos dados</i> .....	48
4.1.5 <i>Divulgação dos resultados</i> .....	49
4.2 Teste funcional do artefato preliminar.....	51
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>59</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>63</b>
<b>APÊNDICE A - ROTEIRO DE ENTREVISTA</b> .....	<b>71</b>

<b>APÊNDICE B - FICHA DE CADASTRO DO EMPREENDIMENTO.....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICE C – FICHA DE ACOMPANHAMENTO MENSAL.....</b>	<b>75</b>
<b>APÊNDICE D – COMPILADO DOS RESULTADOS DO ÍNDICE GLOBAL DE PRODUTIVIDADE DAS EMPRESAS .....</b>	<b>76</b>
<b>APÊNDICE E - INSTRUÇÕES DE COLETA DE DADOS DO IGP .....</b>	<b>81</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização e justificativa da pesquisa

Aspirando a viabilizar condições para produzir mais e melhor, com investimento nos sistemas construtivos e na mão de obra, a construção civil defronta-se com um desafio operacional que se reflete em seus empreendimentos como um todo: a medição de produtividade (GHODRATI *et al.*, 2018).

Nesse campo, é válido verificar que, na indústria da construção, os projetos podem ser semelhantes, mas cada um é único, pois o local, os projetos e a tipologia construtiva são, geralmente, diferentes, (KOSKELA, 1992; VEREEN; RASDORF; HUMMER, 2016) e a organização de trabalho é temporária (KOSKELA, 1992). Dessa forma, as condições e as estratégias de construção variam de um projeto para outro (GEORGY; CHANG; ZHANG, 2005). Assim, tais características implicam dificuldades em se ter um parâmetro para comparar a produtividade entre diferentes soluções e situações (THOMAS, 2015).

De maneira geral, é comum verificar que a produtividade, embora figure como índice de grande importância para rentabilidade da maioria dos projetos de construção, encontra-se defasada pelo mau gerenciamento, pelas baixas condições de trabalho e pelas características de qualidade insuficiente no processo construtivo (EL-GOHARY; AZIZ, 2014).

Ademais, a construção civil é uma indústria de mão de obra intensiva, a qual se constitui como principal recurso produtivo. Logo, a produtividade do setor é principalmente dependente do desempenho do esforço humano (JARKAS; BITAR, 2012). Por consequência, perdas por produtividade aparecem como uma das causas mais comuns de atrasos de construção (MIKHAIL; SERAG, 2019), devido, principalmente, ao planejamento ineficaz e a erros de projeto, à mão de obra pouco treinada e a indisponibilidade de trabalhadores locais qualificados (BRANDSTETTER; RODRIGUES, 2014; MELO *et al.*, 2014; NAOUM, 2016). Conforme os autores, investir na mão de obra é um dos caminhos que pode auxiliar em um resultado “trabalhador-habilidade” com melhores experiências na produção, o que refletiria, diretamente, em melhores índices de produtividade.

Ademais, convém mencionar que a presença de projetos incompletos (LANTELME, 1994), os projetos inadequados de canteiro de obra (GOMES, 2019), a fragmentação dos processos e as diferentes partes interessadas também afetam a medição de produtividade nas obras (HORSTMAN; WITTEVEEN, 2013). Todos esses fatores contribuem para uma dificuldade de padronização de mensuração de produtividade (SOUZA, 2006;

VEREEN; RASDORF; HUMMER, 2016), que resultam em dificuldades para a coleta de dados e para a comparação entre empreendimentos (ERNST & YOUNG, 2016).

Como fatores de contexto que influenciam a produtividade, pode-se citar o intenso crescimento econômico do setor da construção, principalmente a partir de meados de 2004, e a abrupta queda a partir de 2014 (IBGE, 2017; CBIC, 2012), a crescente formalização das empresas e da mão de obra, bem como sua qualificação, e a significativa expansão dos investimentos (CBIC, 2012). Nota-se, assim, que a construção civil passa por períodos de importantes transformações em sua cadeia (LORENZI; SILVA FILHO, 2014). Os altos investimentos no setor têm refletido diretamente na adoção de modelos de organização e gestão da produção nas obras que incorporam as inovações tecnológicas que surgem a todo momento (MELLO; AMORIM, 2009; SOUZA *et al.*, 2015).

É comum que os gestores dos empreendimentos de construção civil apliquem diversas estratégias para melhorar a produtividade (SHAN *et al.*, 2016), principalmente por influenciarem os resultados financeiros das empresas. Essa é uma das principais razões pela qual o tema de produtividade é frequentemente discutido nas pesquisas de gerenciamento da indústria da construção (YI; CHAN, 2013). Todavia, apesar de essas estratégias serem baseadas na expertise desses gestores, muitas vezes elas não conseguem ser eficientes, simplesmente porque seu impacto não é evidente, principalmente devido à pouca visibilidade dada a esses indicadores de produtividade (CALDAS *et al.*, 2015).

De forma contextual, verifica-se que os prolíficos estudos na área de gestão da construção civil, evidenciados por Lantelme (1994), Marchiori (1998), Araújo (2005), Paliari (2008), Pinho (2013), Heravi e Eslamdoost (2015), Soares (2016), Rocha (2018) e Ghodrati *et al.* (2018), revelam que ações de melhoria no processo, e principalmente na medição de produtividade, são um substancial desafio a esta indústria. Devido a essa dificuldade, é comum aos estudos a sugestão de continuação da pesquisa em produtividade de mão de obra, com foco na medição em outras regiões e no avanço das técnicas, conjunturas que motivaram o presente trabalho.

Comumente, a literatura citada anteriormente apresenta uma definição de produtividade que converge à medição desse parâmetro de maneira mais global. Todavia, na construção civil, essa medição é, muitas vezes, ineficiente, ou seja, é um fator de difícil aferição devido à natureza dos dados que os projetos apresentam, o que se distancia de algo mais padronizado que possa refletir uma análise mais comparativa entre as obras, por exemplo (GHODRATI *et al.*, 2018).

À vista disso, verifica-se que os modelos de medição de desempenho que auxiliam no diagnóstico do que precisa ser melhorado nas obras e seus variados usos como ferramenta de gestão na construção vêm sendo discutidos na literatura, mas sua discussão é, ainda, insuficiente e se precisa estudar modelos que ofereçam diretrizes estratégicas mais contundentes (CÂNDIDO; LIMA; BARROS NETO, 2016). Uma vez melhorados esses modelos, o sucesso dos projetos de construção se torna mais palatável, conforme asseveram Ghodrati *et al.* (2018), para os quais, tais melhorias, também implicariam bons índices de desempenho global.

Todavia, na medida em que surgem novos sistemas construtivos e paradigmas de produção, faltam referências para se ter experiências suficientes para um bom planejamento (MATTOS, 2010; KERN, SILVA, KAZMIERCZAK, 2014). Nesse sentido, a presente pesquisa visa a contribuir para o estabelecimento de uma referência que contribua para a visualização do desempenho da produtividade global nas obras.

Além disso, este trabalho complementa os estudos de Soares (2016) e Rocha (2018) ao expandir a abordagem de produtividade na construção civil para uma visão global e integrada. A partir de Rocha (2018), que identificou a necessidade de medir a produtividade e retroalimentar orçamentos para melhorar a precisão, e de Soares (2016), que propôs um modelo de gestão de produtividade focado em serviços específicos, viu-se a necessidade de criar uma metodologia que consolida essas medições em um índice global de produtividade, aplicável em empreendimentos completos. Essa evolução metodológica não apenas amplia a capacidade de monitoramento e comparação entre projetos, mas também promove uma gestão proativa e eficiente ao longo de todo o ciclo de construção, fortalecendo as bases teóricas e práticas estabelecidas pelos estudos anteriores.

Com base em trabalhos anteriores, esta dissertação amplia e inova ao propor um índice global que permita comparações interprojetos e um acompanhamento mais preciso ao longo de toda a obra. Os trabalhos de Rocha e Soares já haviam identificado a importância da medição da produtividade e da retroalimentação orçamentária, mas suas abordagens eram limitadas a serviços específicos e careciam de uma perspectiva mais abrangente.

O trabalho de Rocha (2018), por exemplo, destaca a lacuna na medição regular da produtividade nas obras e sugere que a falta de retroalimentação orçamentária fragiliza a previsão de custos e prazos. Apropriando-se desse diagnóstico, visa-se desenvolver um sistema que possa aplicar essas medições de forma contínua, não apenas para melhorar a previsão de custos, mas também para otimizar a alocação de recursos humanos e materiais ao longo do projeto.

Da mesma forma, o trabalho de Soares (2016) propõe um modelo de gestão da produtividade baseado em índices específicos para determinados serviços (como alvenaria, revestimento de piso e fachada), permitindo que as empresas ajustem seus orçamentos com base em medições mais realistas. A partir desses conceitos, propõe-se um avanço metodológico ao consolidar essas medições em um índice global, permitindo que se tenha uma visão mais completa e integrada do desempenho das obras.

## 1.2 Problema e questão de pesquisa

Para Caldas *et al.* (2014), manter e melhorar a produtividade da mão de obra é uma das chaves para o sucesso de um projeto de construção. Todavia, apesar de diversos estudos avaliarem a medição de produtividade nas empresas (CASTRO; TEIXEIRA, 2014; FAGUNDES; BRANDSTETTER, 2011; ROMANO; NÓBREGA; BRANDSTETTER, 2011), uma compreensão mais global é necessária para incrementar essa medição, uma vez que, para atingir o rendimento esperado de um projeto de construção, é importante ter controle dos fatores de produtividade que contribuem para a composição integrada de produção, como é o caso da mão de obra (EL-GOHARY; AZIZ, 2014).

A literatura tem mostrado que a produtividade de mão de obra na ICC pode variar entre 20 e 80 homens x hora/m<sup>2</sup> (SOUZA, 2006). No entanto, tal indicador tem potencial de se defasar facilmente, principalmente pela não atualização dos dados, pelas diferenças de porte das empresas e pelas características regionais diferenciadas da amostra, ou seja, medição feita em determinada região do país, representando parte da indústria. Além disso, as pesquisas tendem a estudar indicadores relacionados a pacotes de trabalho e/ou serviços (ANDRADE; PINHO; LORDSLEEM JR, 2012; CARVALHO; MOURA; ANDRADE, 2013; MARCON; MARCHIORI, 2013; MELO *et al.*, 2014; PIMENTA; CORREA E SOUZA; BAGNO, 2014; SOUZA; SANTOS, 2014), mostrando-se específicos e, dessa forma, não representando uma medição global.

Por isso, é importante para a indústria ter uma medida confiável e consistente de produtividade. Este trabalho parte do pressuposto inicial de que a proposição de um modelo de levantamento da produtividade global de mão de obra em empreendimentos imobiliários possibilitará um melhor conhecimento sobre as escolhas tecnológicas das empresas e facilitará esta medição.

Isto posto, o problema desta pesquisa relaciona-se, de acordo com Ghidetti, Nico-Rodrigues e Bonatto (2020), com um dos principais desafios de desempenho e gestão na construção civil: a produtividade. Estudos que apresentem resultados globais de produtividade de empreendimentos, que significa envolver todo os processos construtivos (visão global), do início ao fim da obra, ainda precisam avançar no Brasil. Dessa forma, métodos de cálculo desse tipo de índice e sua análise também se mostram deficientes. Assim, considerando as lacunas do conhecimento supracitadas, este trabalho apresenta como questão de pesquisa:

**Como medir a produtividade global de mão de obra em empreendimentos imobiliários?**

## 1.2 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é **desenvolver um modelo de medição e comunicação de produtividade global de mão de obra para empreendimentos imobiliários.**

Especificamente, pretende-se:

- a) Consolidar regras, normas e definições para definição de uma metodologia de cálculo de produtividade global de empreendimentos, tendo Homem-Hora por metro quadrado (m<sup>2</sup>) de área construída como base;
- b) Analisar indicadores de produtividade de obras já concluídas;
- c) Estimar escores de produtividade de mão de obra em empreendimentos residenciais.

## 1.3 Delimitação do estudo

Para esta pesquisa, optou-se por elaborar a metodologia de cálculo de produtividade e aplicá-la junto às empresas pertencentes ao Programa de Inovação da Indústria da Construção Civil (INOVACON), do Sindicato das Construtoras do Estado do Ceará (SINDUSCON, Ce). Os principais motivos da escolha deste grupo são elencados a seguir:

- a) Facilidade de acesso aos dados, tendo em vista que o orientador deste trabalho é o Coordenador Técnico do programa INOVACON e o presente autor se inseriu no grupo de trabalho do programa cujo objetivo é estudar a medição de produtividade;

- b) As empresas que participam do programa possuem alta representatividade na economia do Ceará, sendo responsáveis por grande parte das obras de construção civil do estado, somando milhões de metros quadrados construídos sendo consideradas empresas já consolidadas;
- c) As empresas que participam do grupo de trabalho sobre produtividade já possuem histórico de participação em outras ações de avanço técnico e científico e são ativas na busca por inovação e melhoria no setor de construção civil, sendo várias delas já contribuintes com pesquisas de mestrado e doutorado realizadas pelo deste programa de mestrado e de outros programas de pós-graduação da UFC.

#### **1.4 Estrutura da dissertação**

Esta dissertação está dividida em cinco seções. A seção introdutória apresenta a contextualização e justificativa, problema de pesquisa e objetivos. A seção dois apresenta um breve referencial sobre produtividade de mão de obra, considerações sobre medição de desempenho e indicadores de desempenho. A seção três apresenta a metodologia utilizada na pesquisa e os passos desenvolvidos na mesma. A seção quatro apresenta o modelo proposto e um teste funcional realizado com o modelo, a fim de validar o mesmo. A seção cinco apresenta as considerações finais. Por fim, segue-se com as referências e apêndices.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Produtividade de mão de obra

A engenharia de produção contribui significativamente para o entendimento de determinados conceitos, por vezes implícitos, aos processos de construção. Apesar das definições daquela serem mais voltadas aos estudos da produção como manufatura, importantes contribuições teóricas podem ser associadas ao contexto da ICC. Inicialmente, nota-se que a disciplina de gerenciamento da obra pode ser tratada por outro termo: gerenciamento da produção.

A função produção, também conhecida como apenas produção, é a parte de uma organização responsável por administrar a produção. Por sua vez, administrar a produção é a atividade de gerenciar tarefas, problemas e decisões, isto é, gerir recursos que criam e entregam serviços e produtos ao consumidor final, conforme afirmam Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018). Nesse sentido, para o caso da ICC, e exemplificando o conceito para o objeto deste estudo, pode ser traduzido como todo o processo de criação, planejamento, execução, controle e entrega de empreendimentos residenciais.

A administração da produção surge intrínseca ao processo de criação do produto, isto é, essa função utiliza recursos de entrada para fornecer produtos de saída que atendam às solicitações do mercado (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018; SLACK *et al.*, 2006), conforme esquematizado na Figura 01. Para o estudo na construção civil, uma vez que a construtora produz o prédio como resultado final de seus esforços de construção, a empresa precisou nesse processo usar recursos, portanto, teve uma atividade de produção.

Figura 1 – O que a administração da produção utiliza

RECURSOS	PARA CRIAR	APROPRIADAMENTE	OUTPUTS	que	ATENDAM	EXIGÊNCIAS	DEFINIDAS	DO MERCADO
Pessoas Tecnologia Conhecimento Etc.	Produzir Diagnosticar Modelar Etc.	Eficientemente Precisamente Etc.	Serviços Produtos Soluções Etc.		Cumpram Satisfação Encantem Etc.	Demandas Necessidades Preocupações Etc.	Atuais Potenciais Reais Etc.	De clientes Da sociedade Dos cidadãos Etc.
RECURSOS DE TRANSFORMAÇÃO	NATUREZA DA TRANSFORMAÇÃO	OBJETIVOS DA TRANSFORMAÇÃO	NATUREZA DO PRODUTO/SERVIÇO		PADRÃO DE DESEMPENHO	OBJETIVOS DOS CLIENTES	NATUREZA DOS OBJETIVOS	CLIENTES DA OPERAÇÃO

Fonte: Adaptado de Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018).

Considerando a divisão da Figura 01, para este trabalho, recursos de transformação são pessoas, ou seja, a mão de obra do empreendimento, que deverá produzir com eficiência os produtos que atendam ao projeto ora estabelecido. As exigências são as demandas, pacotes de trabalho e, ainda, as necessidades do cliente final, cujas preocupações são atuais e reais para o delineamento da construção.

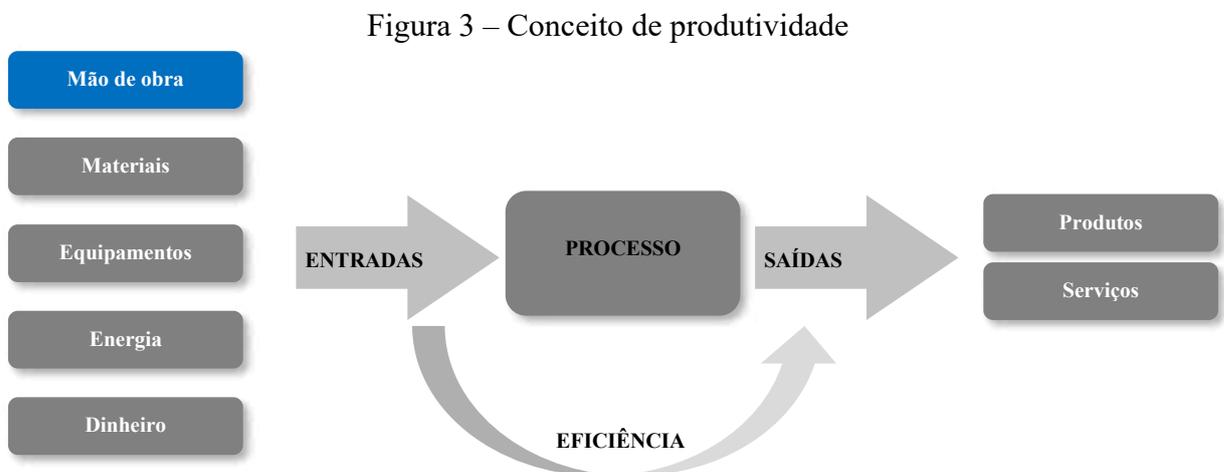
O processo descrito é uma operação que pode ser resumida em entradas e saídas, ou seja, através da transformação de *inputs* (entradas) em *outputs* (saídas) é gerado o produto (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018; SLACK *et al.*, 2006). De maneira básica, estes autores apresentam esse esquema conforme Figura 02.



Fonte: Adaptado de Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018).

Conforme a Figura 02, nota-se que um dos principais atributos de entrada (*inputs*) para o processo de transformação dos recursos em produto final é a mão de obra.

Avançando neste conceito, é possível definir produtividade como uma medição de relação que envolve a razão entre o que é gerado em um sistema pelo que entra no sistema durante um período. Isto é, a produtividade pode ser definida como a medida da eficiência com que recursos de entrada são transformados em saída (CORRÊA; CORRÊA, 2007). Apesar do conceito ser antigo, ele perdura até hoje (SOUSA, 2006; GHODRATI *et al.*, 2018). Ainda para Souza (2006), a produtividade da mão de obra consiste na eficiência de transformação do esforço humano em serviços de construção, conforme esquematiza a Figura 03.



Fonte: Adaptado de Corrêa; Corrêa (2007); Sousa (2006).

Assim, conforme a Figura 03, o esforço de mão de obra é transformado em produtos, que, na ICC, é a obra de construção. Exemplificado, o esforço de armação é traduzido em armadura cortada e dobrada; o esforço de concretagem é transformado em estrutura concretada; e o esforço de sistemas prediais é convertido, por exemplo, em sistemas de instalações hidrosanitárias, instalações elétricas, instalações de esgoto, instalações de águas pluviais instalados (SOUZA, 2006). Salienta-se que a eficiência é a razão entre entradas e saídas (CORRÊA; CORRÊA, 2007).

No entanto, apesar de o conceito parecer simples e claro (GHODRATI *et al.*, 2018), a produtividade nos empreendimentos de construção civil é difícil de definir e medir (NASIR, 2013). Conforme Ghodrati *et al.* (2018) e Yi e Chan (2013), há definições e ferramentas padronizadas que possam ser utilizadas para essa medição, mas a falta de dados suficientes é a principal barreira para se medir ou comparar a produtividade.

No Brasil, diversos estudos apresentam indicadores de medição, porém são complexos de serem utilizados. Apesar da existência de determinados métodos de cálculo de produtividade, principalmente aquele proposto por Souza (2006), percebe-se uma exacerbada quantidade de indicadores, conforme Cândido, Lima e Barros Neto (2016), e estes podem causar confusão nas medições. Além disso, é possível verificar que os indicadores de produtividade são medidos, normalmente, em serviços específicos, como alvenaria e estrutura.

Ghodrati *et al.* (2018) afirmam que a comunicação, programas de incentivos e gestão do trabalho foram observados como tendo a relação mais forte com bons níveis de produtividade em obras de construção civil. Todavia, para identificar essas observações, os impactos das estratégias de gestão para melhorar a produtividade do trabalho precisam ser identificados e reconhecidos, isto é, mensurados.

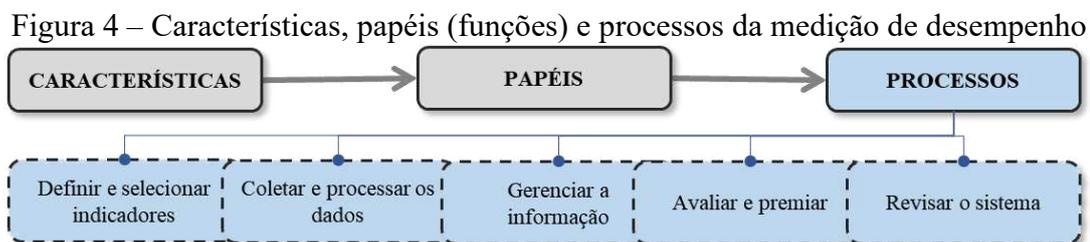
### **2.3 Considerações sobre medição de desempenho**

A medição de produtividade integra o grande escopo da medição de desempenho nos estudos de gestão da construção. Para tanto, é importante definir ambos os termos e aplicar seus conceitos nos objetos de estudo e na prática. Todavia, os conceitos de medição de desempenho se desenvolveram assumindo diferentes características ao longo dos anos (BOURNE *et al.*, 2017), não havendo consenso sobre uma definição única de acordo com Franco-Santos *et al.* (2007).

Todavia, os autores consolidaram o entendimento de que a base conceitual que permeia as definições de medição de desempenho se dá em uma ou na combinação de três

dimensões: i. as características do sistema de medição, isto é, as propriedades ou elementos que fazem parte da medição; ii. o papel do sistema de medição, isto é, as funções que são realizadas pelo sistema; e iii. o processo do sistema de medição, isto é, as ações que combinadas constituem o sistema de medição.

Apoiado nesse estudo, Cândido (2015) propôs um *framework* teórico que estruture o desenvolvimento de um modelo de medição de desempenho em termos de arquitetura e procedimentos. Essa ferramenta também foi utilizada no trabalho de Soares (2016) e está representada na Figura 04.



Fonte: adaptado de Cândido (2015).

Atendo-se à terceira dimensão do *framework*, Franco-Santos *et al.* (2007) mapeiam cinco processos representados na Figura 04 pelos quais se recomenda conduzir o procedimento de sistemas de medição de desempenho. Os mesmos são detalhados a seguir.

Inicialmente, sugere-se a definição e seleção dos indicadores e, para isso, Cândido (2015) explora as orientações apresentadas por diversos estudos que buscaram minimizar as dificuldades notadas em tomar decisões sobre o que medir e quais informações seriam necessárias para executar a medição de desempenho. Nesta seara, destaca-se o estudo de Neely *et al.* (1997) como um modelo significativo a ser adotado nesta primeira etapa. Apesar de sua consistência, Cândido (2015) orienta a inclusão do item *benchmarking*, proposto inicialmente por Medori e Steeple (2000). Dessa forma, o Quadro 01 sumariza os itens sugeridos pelos autores e que devem compor a estrutura de definição de indicadores de desempenho.

Quadro 1 – Modelo consolidado para definir indicadores de desempenho

Elemento	Descrição	Fonte
1. Título	Deve ser claro, explicitando qual é a medida e porque ela é importante, devendo-se evitar o uso de jargões	Neely <i>et al.</i> (1997)
2. Objetivo da medida	Explicita o objetivo da medida	
3. Relação com os objetivos	Explicita sua relação com os objetivos da organização	
4. Meta	Explicita os níveis desejáveis de desempenho de que devem ser alcançados	
5. Fórmula	Explicita como o indicador deve ser medido	
6. Frequência de medição	Explicita a periodicidade com a qual o indicador deve ser coletado	
7. Frequência de revisão	Explicita a periodicidade com a qual o indicador deve ser revisado	
8. Responsável pela coleta	Explicita o responsável pela medição	
9. Fonte dos dados	Explicita onde os dados devem ser coletados	
10. Responsável	Explicita quem é responsável pelo desempenho da medida	
11. O que ele deve fazer	Explicita que medidas podem ser tomadas para melhorar o desempenho	
12. Quem atua sobre os resultados	Explicita quem analisará e tomará as ações para garantir que o desempenho melhore	
13. O que ele deve fazer	Explicita que medidas podem ser tomadas para melhorar o desempenho do indicador, com nível de decisão mais estratégica	
14. Observações e comentários	Explicita alguma observação específica necessária ao entendimento do indicador	
15. Benchmarking	Determinar um marco de referência para posterior implementação de medidas específicas nos indicadores que precisam atingir o marco de referência	Medori e Steeple (2000)

Fonte: elaborado a partir de Neely *et al.* (1997), Medori e Steeple (2000) e Cândido (2015).

A aplicação deste modelo conta com a participação de gestores, logo deve ser uma aplicação colaborativa alinhada aos objetivos da organização (CÂNDIDO, 2015).

A segunda etapa do *framework* é a coleta e o processamento dos indicadores que foca na consolidação de um banco de dados, cujas principais atividades são a escolha das informações a se coletar, sua coleta e seu gerenciamento, ou seja, seu processamento. Para Cândido (2015), esta etapa consiste em não apenas recuperar os dados, mas também em definir o momento que a coleta será realizada, a fim de inserir o processo de medição na organização, e também validar essas informações recebidas.

Uma vez coletado os dados, torna-se necessário fazer o gerenciamento da informação de maneira mais profunda, o que constitui a terceira parte do *framework*. De acordo com Franco-Santos *et al.* (2007), gerenciar a informação significa englobar os processos de suprir o banco de dados com informações, interpretar esses dados de maneira mais fiel possível, para que, por fim, exista o fluxo de informações que possibilite a tomada de decisões. Para Cândido (2015), nesta etapa podem acontecer discussões, debates, publicações, dentre outros meios para que a transferência de informações aconteça.

A penúltima do *framework* é a avaliação e premiação. Para esta etapa, Cândido (2015) resume alguns estudos que mostram a medição de desempenho como prática que pode impactar positivamente na atitude de colaboradores. Dessa forma, sugere-se incentivar as pessoas por meio de recompensas após boas avaliações de desempenho. Todavia, o autor mostra que esta atividade é mais voltada ao setor de Recursos Humanos, portanto fugindo ao escopo de trabalhos sobre medição de desempenho na área de construção civil.

Por fim, a última etapa do *framework* é a revisão do sistema de medição. Esta é uma etapa de grande importância, tendo em vista a melhoria contínua do próprio sistema, posto a natureza dinâmica do ambiente onde a organização está inserida (CÂNDIDO, 2015). O autor assevera que esta etapa prevê a revisão dos processos anteriores, onde se verifica eficiência e aderência aos objetivos de organização e nota-se gatilhos internos e externos que venham a afetar a medição de desempenho.

Uma vez explanadas algumas particularidades de estrutura de criação de indicadores de desempenho, apresenta-se a seguir uma exploração sobre produtividade de mão de obra na construção civil e sua medição.

## **2.4 Indicadores de desempenho**

Os estudos de medição de desempenho são prolíficos, o que demonstra sua importância para a indústria. Cândido (2015) congregou os principais modelos de concepção e implantação para a medição de desempenho. Dentre os oito modelos estudados pelo autor, o proposto por Sink e Tuttle em 1993 é o mais se aproxima da teoria por trás do objeto da presente pesquisa e já serviu de base para muitas pesquisas na área.

Chamado de Análise de Sistemas Gerenciais (ASG), o modelo proposto por Sink e Tuttle (1993) apresenta um processo no qual a empresa é avaliada por alguns critérios de desempenho, dentre os quais a produtividade. Assim como proposto por Slack *et al.* (2006), o modelo ASG pressupõe um processo de entrada de recursos que são convertidos em produtos por um processo intermediário de transformação, momento no qual se coletam dados para consolidar a medição de produtividade.

Nesse mesmo viés, Borges (2017) compilou sete clubes de *benchmarking* que têm como objetivo fornecer indicadores de desempenho para a construção. Notou-se uma predominância dos indicadores de processos produtivo em relação aos demais, todavia os indicadores de produtividade ainda são poucos. O Quadro 02 apresenta um resumo dos resultados deste trabalho.

Quadro 2 – Resumo dos indicadores do estudo de Borges (2017)

Clubes	Quantidade de indicadores	Quantidade de dimensões	Dimensões	Fonte
Reino Unido	35	4	Empreendimento, empresa, respeito pelo pessoal, ambiente.	<i>Key Performance Indicators - KPI</i> (2010)
Dinamarca	34	6	Tempo, defeitos, saúde/segurança, satisfação do cliente, custo e energia.	<i>Benchmark Centre for the Danish Construction Sector - BEC</i> (2013)
Canadá	25	7	Custo, tempo, qualidade/satisfação do cliente, segurança, mudança no escopo, inovação e sustentabilidade.	<i>Canadian Construction Innovation Council - CCIC</i> (2007)
Chile	13	12	Custo, tempo, qualidade, âmbito de projeto, segurança, trabalho, construção, aquisições, planejamento, gestão da empresa, força de trabalho e subcontratação.	ALARCÓN <i>et al.</i> (2001)
Estados Unidos	15	5	Custo, tempo, segurança, mudanças e retrabalho.	<i>Benchmarking and Metrics – BM&amp;M</i> (2012) / PINHEIRO (2001)
Brasil	18	6	Produção/segurança, cliente, vendas, fornecedores, qualidade e pessoas.	Sistema de Indicadores para <i>Benchmarking - SISIND</i> (2005)
Portugal	26	5	Satisfação do cliente, financeiro/econômico, inovação/ambiente, processos produtivos/segurança, recursos humanos/aprendizagem.	MOREIRA DA COSTA <i>et al.</i> (1006) / COUTO (2008) / PINHEIRO (2011)

Fonte: adaptado de Borges (2017).

Destaca-se no Brasil a existência de apenas um grupo de *benchmarking* que forneça indicadores de desempenho, dentre eles um relacionado à produtividade. O sistema foi desenvolvido pelo Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (NORIE), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Conforme a autora (BORGES, 2017), as empresas construtoras que participam do sistema de informação são concentradas na região Sul do país, o que representa, assim, apenas aquela região. Dentre os dezoito indicadores do sistema brasileiro, apenas o Percentual de Planos Concluídos (PCC) coaduna com a presente pesquisa.

A pesquisa de Borges (2017), que se desenvolveu no seio do PEC/UFC, também apresentou os indicadores coletados em nove empresas cearenses, sendo cinco oriundos dos estudos de Cândido (2015) e de Sousa (2016), também provenientes do PEC/UFC. Os dados de outras quatro empresas são inéditas à pesquisa de Borges (2017) e o Quadro 03 apresenta a compilação desses resultados.

Quadro 3 – Resumo dos indicadores de empresa do estudo de Borges (2017)

<b>Empresas</b>	<b>Quantidade de indicadores</b>	<b>Quantidade de dimensões</b>	<b>Dimensões</b>	<b>Fonte</b>
Empresa A	13	6	Contabilidade, Manutenção, Qualidade, Comercial, Recursos humanos, Obra.	SOUSA (2016)
Empresa B	14	4	Financeiro, Clientes, Aprendizado e Crescimento, Processos Internos.	CÂNDIDO (2015)
Empresa C	9	2	Processos Internos, Clientes.	CÂNDIDO (2015)
Empresa D	14	5	Melhoria dos processos, Melhoria dos Empreendimentos, Satisfação do Cliente, Satisfação do Colaborador, Satisfação dos Acionistas.	CÂNDIDO (2015)
Empresa E	33	12	Compras, Qualidade, Recursos Humanos, Almoxarifado, Sustentabilidade - Obra, Planejamento - Sala Técnica, Execução da obra, Comercial, SAC, Assistência Técnica, Segurança, Financeiro.	SOUSA (2016)
Empresa F	40	10	Obra, Comercial, Manutenção, Projetos, Qualidade, Relacionamento com o cliente, Recursos Humanos, Orçamento, Planejamento, Suprimentos.	Documentos fornecidos pela empresa
Empresa G	39	5	Econômico/Financeiro, Imagem, Mercado, Tecnologia e processos, Responsabilidade Socioambiental.	Documentos fornecidos pela empresa
Empresa H	7	5	Custo, Prazo, Qualidade, Segurança, Sustentabilidade.	Documentos fornecidos pela empresa
Empresa I	25	7	Desempenho estratégico, Desempenho operacional, Comercial, Relacionamento com clientes, Suprimentos, Contabilidade, Pessoal.	Documentos fornecidos pela empresa

Fonte: adaptado de Borges (2017).

Analisando as dimensões dos indicadores no estudo de Borges (2017), Cândido (2015) e Sousa (2016), notou-se que apenas duas empresas possuíam indicadores de produtividade, as empresas G e I. Destas, apenas a Empresa I apresentava a medição de produtividade de mão de obra de forma mais clara, com a representação de dois índices: índice

de produtividade de mão de obra própria e índice de produtividade de mão de obra terceirizada. De acordo com Borges (2017), a medição de desempenho pode ser feita de forma específica em cada setor e, por fim, faz-se uma análise global dos resultados.

A fórmula de cálculo era a razão entre o número de funcionários (mão de obra própria ou mão de obra terceiriza) e a área construída. Apesar de não apresentar mais detalhes acerca desse processo de coleta de dados para cálculo do índice, verifica-se semelhança da equação com o que a literatura já vem apresentando há mais de 20 anos (Lantelme, 1994; Rocha, 2018).

Conforme Thomas *et al.* (1990), uma das maneiras de medir produtividade é a razão entre o total de dinheiro que sai (total output) e o total de dinheiro que entra (total input). Todavia, este método é mais utilizado em estudos econômicos, pois para a construção há problemas para rastrear as entradas necessárias, logo, diminui a precisão (THOMAS *et al.*, 1990; SHEHATA; EL-GOHARY, 2011). A Equação 01 apresenta essa definição.

$$\text{Fator de produtividade} = \frac{\text{custos (saída)}}{\text{receitas (entradas)}} \quad (1)$$

Todavia, tendo em vista que uma das potenciais preocupações na construção civil é saber a produtividade da mão de obra (YI; CHAN, 2013), é comum verificar que essa medição é feita com uma razão entre os custos de mão de obra ou com as horas trabalhadas e as entradas. Esta Equação 02 que segue, conforme Thomas (1990).

$$\text{Produtividade de mão de obra} = \frac{\text{custos de MO ou horas trabalhadas}}{\text{entradas}} \quad (2)$$

Deriva-se destes estudos de Thomas (1990) os conceitos e formas de cálculo de produtividade mais utilizados atualmente. Dentre eles, nota-se a equação fornecida por Cheng *et al.* (2013). Conforme os autores, a produtividade de mão de obra pode ser calculada conforme Equação 03, que considera a razão entre a quantidade de horas trabalhadas e uma unidade de entrega física. Adotou-se essa fórmula como base para o desenvolvimento do modelo da presente pesquisa.

$$\text{Produtividade de mão de obra} = \frac{\text{quantidade de horas trabalhadas}}{\text{unidade de entrega física}} \quad (3)$$

Considera-se que existem dois tipos de medição de produtividade: 1) indicador de produtividade considerando uma saída para apenas uma entrada e 2) indicador de produtividade considerando uma saída como função de várias entradas (VEREEN; RASDORF; HUMMER, 2016). Para estes autores, a mudança nos valores de produtividade representa aumentos ou diminuições na produção com base em fatores que não sejam apenas trabalhar mais ou menos horas. Isto significa que as diferenças de medição de produtividade são vistas virtude das múltiplas entradas (materiais, equipamentos, mão de obra, etc.) e das tecnologias utilizadas.

Não obstante, nota-se considerável presença de indicadores de maneira específica, mas ainda existe uma lacuna quanto a trabalhos que mostrem definições e modelos de medição de produtividade de maneira global.

O estudo de Rocha (2018) apresenta uma visão de produtividade global de mão de obra pouco aprofundada. Os estudos de Souza (2006), por sua vez, apresentam a avaliação RUP em três tipos: RUP oficial, RUP direta e RUP global. Apesar deste último denotar produtividade global do empreendimento, verifica-se que a fórmula de medição é relacionada apenas a determinado serviço, mas considerando toda a mão de obra do processo.

Já Lantelme (1994) apresenta uma definição de desempenho global que será muito útil para a presente pesquisa, pois norteará a definição de produtividade global ainda, conceito pouco explorado na literatura. Conforme estabelecido pela autora, os indicadores de desempenho globais se referem às medições de cunho mais agregado, cujo objetivo é demonstrar o desempenho da empresa ou de um setor interno, através de dois índices: o indicador de desempenho da empresa e o indicador de desempenho do setor da construção como um todo.

A autora ainda relata que os indicadores de desempenho globais representam a eficiência do processo de produção e é uma relação entre entradas e saídas do processo, permitindo comparar as empresas entre si de fora para dentro, pois só se apresentam os resultados globais das empresas sem a visão de suas particularidades.

A literatura mostra que há diversas maneiras de mensurar a produtividade na construção civil, no entanto não há, ainda, um sistema de medição que seja padrão e que possa ser utilizado de maneira a verificar um real *benchmarking* entre as empresas (PARK; THOMAS; TUCKER., 2005; VEREEN; RASDORF; HUMMER, 2016). Não obstante, essa medição é geralmente calculada em termos de atividades específicas, por exemplo, elevação de alvenaria, ou em processos de gerenciamento, como entrega de materiais (VEREEN; RASDORF; HUMMER, 2016).

A literatura mostra ainda que os principais desafios para melhorar a produtividade na construção civil são, em muitos casos, problemas na raiz da indústria. Koskela (1992) afirma que a natureza única dos projetos com local e equipe de gestão temporários são fatores que impactam a produtividade, bem como as condições e estratégias de construção que variam de um projeto para outro (GEORGY; CHANG; ZHANG, 2005).

Não obstante, soma-se a isso a existência de diferentes *stakeholders* que possuem, muitas vezes, interesses conflitantes (WEGELIUS-LEHTONEN, 2001) e isso também contribui para a fragmentação dos processos (HORSTMAN; WITTEVEEN, 2013). Souza (2006) contribui também nesse entendimento ao afirmar que falta padronização quanto à mensuração da produtividade, o que também é visto pela dificuldade de coleta de dados.

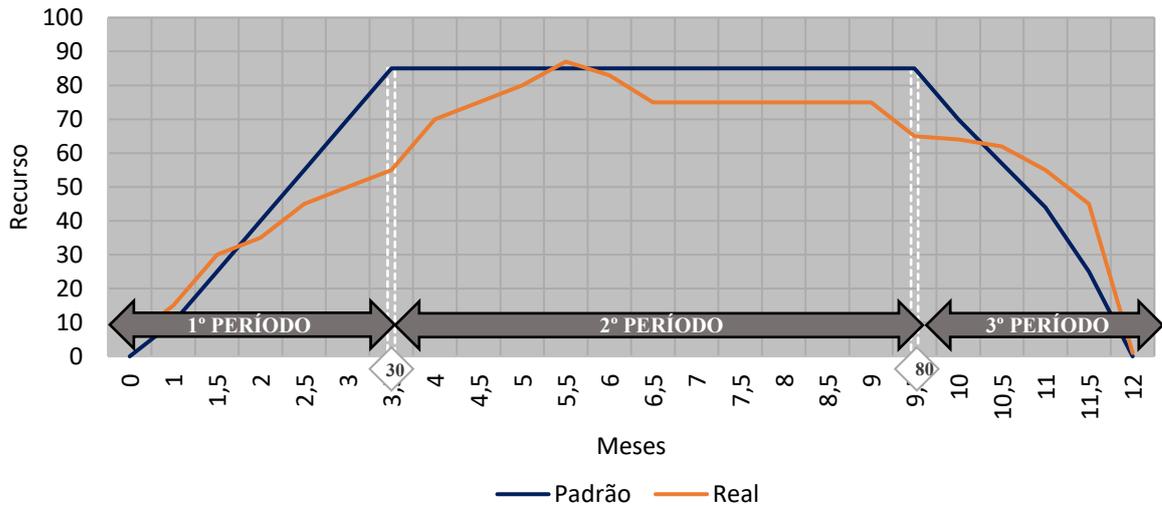
## **2.5 Curvas de agregação de valor como técnica de medição de desempenho**

As curvas de agregação de recursos são técnicas de controle que empregam a integração de programação e custos de empreendimentos. Para Heineck (1989), essas curvas consistem na agregação dos recursos utilizados em um projeto nos períodos de sua execução e estes recursos podem ser homens-hora e avanço físico-financeiro da obra, por exemplo. Ainda conforme o autor, a curva é basicamente um gráfico gerado a partir da tabulação de dados provenientes do setor de produção, por exemplo, e desenhado no sistema cartesiano, no qual o eixo “x” representa o tempo e o eixo “y”, os recursos.

Essa curva de agregação de recursos clássica, conforme denomina Heineck (1989) tem uma idealização teórica na forma de um trapézio para uma curva padrão de projeto. De acordo com Casarotto (1995), podem-se definir nos gráficos dessas curvas três períodos de construção durante o progresso da obra: para os primeiros 30% do prazo do empreendimento é dado o nome de mobilização de recursos; entre os 30% iniciais até 80% do prazo, dar-se o nome de desenvolvimento, no qual o recurso é constante; e a desmobilização de recursos é a fase final dos 80% até o fim da duração do projeto.

A Figura 05 exemplifica a superposição de uma curva de agregação padrão com uma curva real.

Figura 5 – Superposição da curva padrão com uma curva realizada



Fonte: elaborado pelo autor a partir de Casarotto (1995).

Tradicionalmente, as curvas de agregação de recursos são usadas para medir desempenho (BALARINE, 2001; REIS *et al.*, 2015), com o uso do avanço físico-financeiro da obra. Entretanto, reflexões apresentadas por Cândido, Heineck e Barros Neto (2014) apontam que esse tipo de medição é falha, pois distorce o real esforço de desempenho, considerando majoritariamente e comumente o dinheiro como medida. Com isso, os autores afirmam que apenas é apresentado o quanto foi alcançado daquilo previamente planejado, bem como o que resta a ser realizado até o fim da obra. Dessa forma, despreza-se o processo.

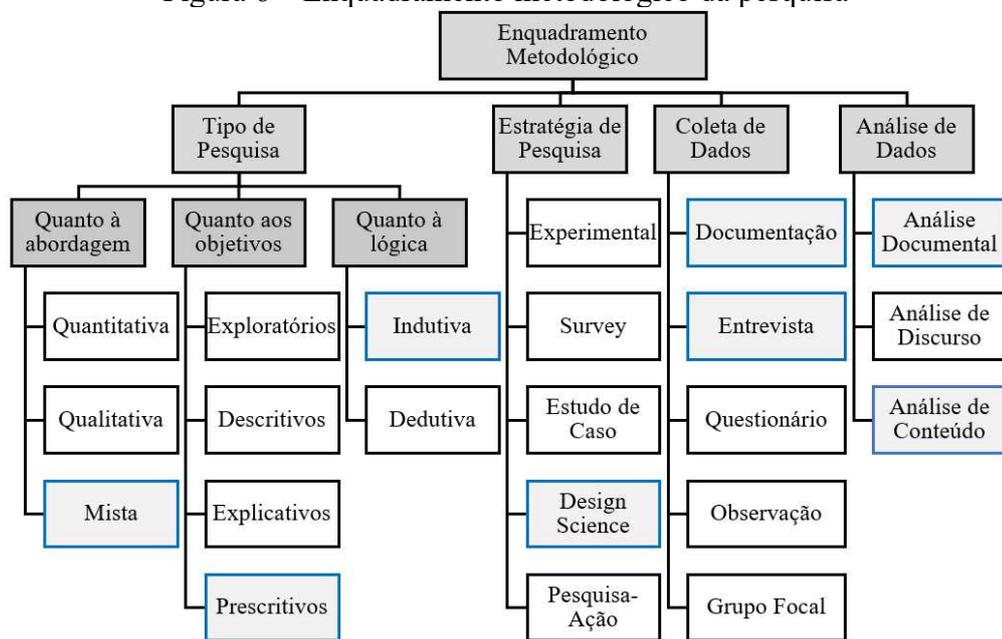
Os autores ainda constatarem que, uma vez que o custo é usado como parâmetro para medir o progresso da obra por esta técnica, os custos indiretos podem ser somados e, mas não deveriam ser considerados para medir o progresso da obra, pois diminuem a confiabilidade da medição. O uso do avanço financeiro como parâmetro para a medição gerou variabilidade de até 87% em comparação com a medição física feita em termos de homem-hora, sendo por estas razões que Cândido, Heineck e Barros Neto (2014) afirmam ser uma técnica inadequada para medição de desempenho em obras.

### 3 MÉTODO DE PESQUISA

#### 3.1 Enquadramento metodológico

O enquadramento apresentado na Figura 06, na qual as características assinaladas em azul enquadram a pesquisa, busca clarificar aspectos de natureza metodológica que orientam o presente estudo.

Figura 6 – Enquadramento metodológico da pesquisa



Fonte: elaborado pelo autor.

Quanto à abordagem, a pesquisa qualitativa é aquela que busca entender os processos e seus significados, isto é, como e por quê as coisas acontecem (COOPER; SCHINDLER, 2016), tendo em vista que esse tipo de pesquisa busca compreender o significado múltiplo das experiências individuais, com o objetivo de desenvolver uma teoria ou um padrão (CRESWELL, 2014). Por essa razão, a pesquisa qualitativa se baseia em dados não necessariamente mensuráveis, mas busca extrair respostas a um determinado fenômeno a partir do tipo de dado escolhido para a pesquisa (RICHARDSON, 2011).

A presente pesquisa possui um foco amplo e complexo e se propõe a formular um modelo. Por essa razão, este trabalho se caracteriza como pesquisa qualitativa, com objetivos prescritivos (DRESCH; LACERDA, 2020), uma vez que a pesquisa busca entender o tema da produtividade dentro de um contexto específico da construção e identificar oportunidades de

melhorias a partir da proposição de um método, um artefato. Não obstante, considerando que nessa pesquisa a solução é formada a partir de casos particulares, caracterizando-se como uma lógica indutiva (COLLIS; HUSSEY, 2005).

### 3.2 Estratégia de Pesquisa: *Design Science Research*

É comum às ciências naturais e sociais descrever, explicar e, quando couber, prever fenômenos naturais, posto que, em muitos casos, a solução de um problema não reside em apenas entendê-lo teoricamente, mas também em dominar o conhecimento prático daquela questão. Nesta seara, a abordagem descritiva, configurada com maior rigor de pesquisa e menor incerteza no processo, tem dado espaço à abordagem prescritiva, na qual o aprendizado surge com o resultado das implementações feitas (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2020).

Os tipos de pesquisa cujos objetivos visam descrever ou explicar uma realidade nem sempre são suficientes para encontrar soluções aplicáveis na indústria (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2020). Para os autores, é necessário o uso de uma abordagem que permita prescrever soluções para problemas reais e é neste nível que surge um terceiro modo de produção do conhecimento, no qual se insere a *Design Science Research*.

A *Design Science Research* é uma estratégia de pesquisa prescritiva que visa desenvolver e avaliar artefatos com foco em gerar conhecimento para o projeto e solucionar problemas reais no âmbito onde está sendo aplicada (LUKKA, 2003; DE SORDI; MEIRELES; SANCHES, 2010; DRESCH, 2018). Dessa forma, quando este método de pesquisa é utilizado busca-se aproximar teoria e prática (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2020).

Epistemologicamente, a *Design Science Research* tem um viés pragmático, por essa razão ocupa-se de investigar problemas específicos de natureza prática e não necessariamente fornecer a melhor solução (solução ótima), mas sim uma solução satisfatória para aquele problema estudado (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2020). Todavia, ainda conforme os autores, apesar de se considerar a especificidade da situação, as soluções oriundas da pesquisa devem ser capazes de contribuir no campo do conhecimento nos demais cenários expostos.

Nessa perspectiva, Lukka (2003) fundamenta que é uma estratégia que se caracteriza por possuir foco em problemas reais e relevantes para serem resolvidos na prática. Para fortalecer o domínio do campo de conhecimento em que se desenvolve o estudo, a pesquisa que tem por método a *Design Science Research* pode tanto corroborar os artefatos ora

concebidos, como produzir novos. Os artefatos construídos podem ser elementos conceituais, modelos, métodos, instâncias e contribuições teóricas (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2020; HEVNER *et al.*, 2004).

De acordo com March e Smith (1995), os elementos conceituais são conceitos que descrevem os problemas dentro do domínio de pesquisa e especificam suas soluções. Para os autores, modelos são proposições relacionadas aos elementos conceituais e descrevem ou representam a realidade. Os métodos são diretrizes para executar tarefas. A instanciação é a execução do artefato no ambiente do problema, isto é, a aplicação, por isso ela operacionaliza outros artefatos. As contribuições teóricas podem se dar tanto pela metodologia de construção do artefato quanto pela relação entre os elementos do artefato.

As demais características desta abordagem, conforme Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2020), são: produção de um artefato útil e inovador para resolver o problema em questão; tentativa de implementação do artefato proposto, a fim de testar sua aplicabilidade na prática; sugestão de aproximação e cooperação entre o pesquisador e os participantes da pesquisa, com o objetivo de potencializar a aprendizagem baseada na experiência; ligação com conhecimento teórico prévio; atenção aos reflexos dos resultados e retorno à teoria para sua análise.

O Quadro 04 apresenta os principais conceitos que permeiam a *Design Science Research*, propostos por Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2020).

Quadro 4 – Síntese dos principais conceitos da *design science*

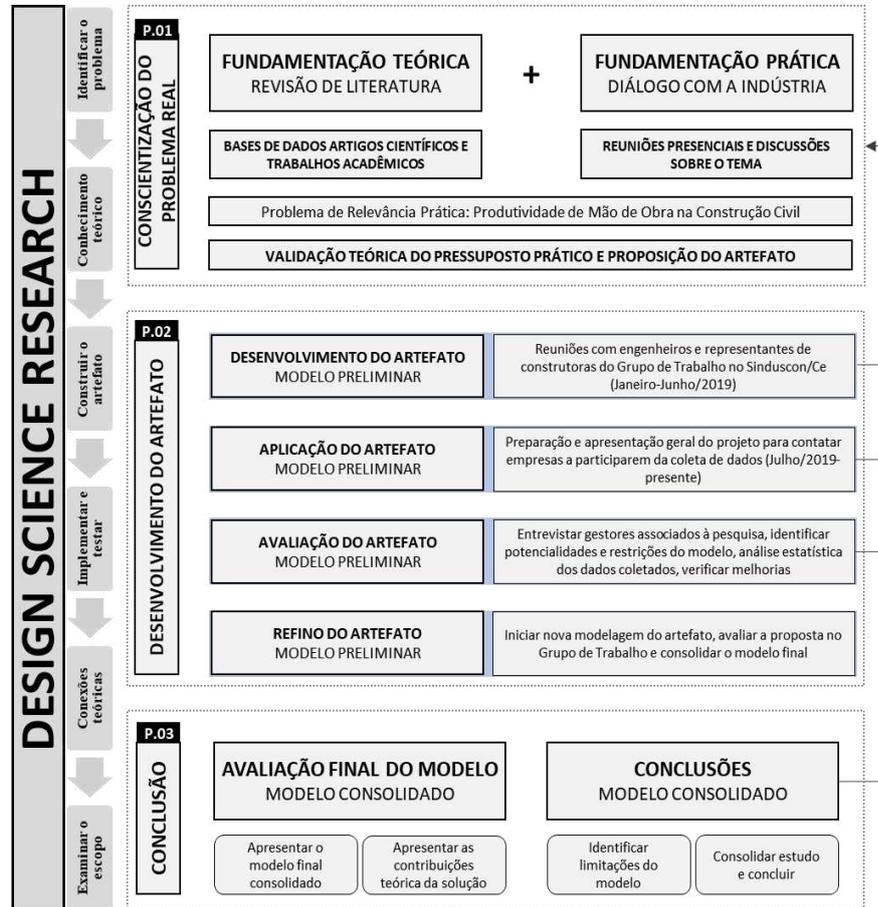
Conceito de <i>Design Science</i>	Ciência que procura consolidar conhecimentos sobre o projeto e desenvolvimento de soluções para melhorar sistemas existentes, resolver problemas e criar novos artefatos
Artefato	Algo que é construído pelo homem; interface entre o ambiente interno e o ambiente externo de um determinado sistema
Soluções satisfatórias	Soluções suficientemente adequadas para o contexto em questão. As soluções devem ser viáveis, não necessariamente ótimas
Classe de problemas	Organização que orienta a trajetória e o desenvolvimento do conhecimento no âmbito da <i>Design Science</i>
Validade	Busca assegurar a utilidade da solução proposta para o problema. Considera: custo/benefício da solução, particularidades do ambiente em que será aplicada e as reais necessidades dos interessados na solução

Fonte: elaborado pelo autor a partir de Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2020).

Salienta-se que a validade da pesquisa são os artefatos desenvolvidos, para isso eles precisam ser funcionais (LIMA, 2018). Conforme Hevner *et al.* (2004), uma das formas de avaliação do artefato pode ser um teste funcional, cujo objetivo é executar as interfaces do mesmo para descobrir possíveis falhas e identificar defeitos (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2020).

A Figura 07 apresenta o delineamento da pesquisa, em que as macros etapas do processo de *Design Science Research* são identificadas pelas siglas “P.01”, “P.02” e “P.03”.

Figura 7 – Delineamento do processo de pesquisa para elaboração do modelo



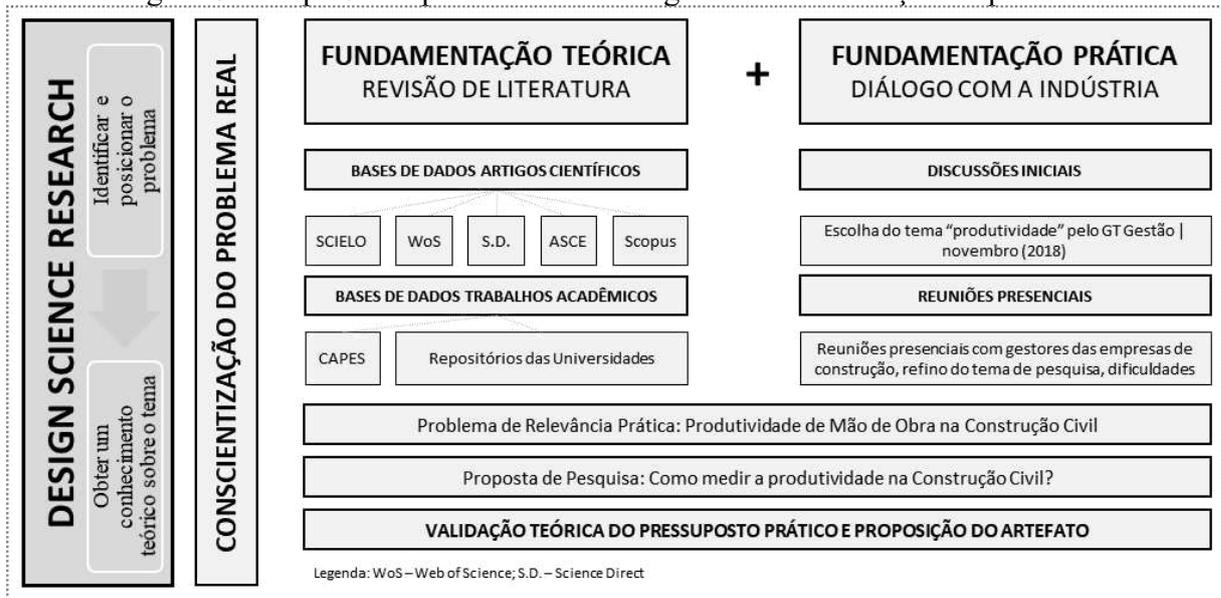
Fonte: elaborado pelo autor.

As etapas apresentadas sumariamente acima são detalhadas a seguir.

### 3.2.1 Conscientização do problema real

A Figura 08 apresenta o detalhamento da Etapa 01 (P.01) do processo, que trata da conscientização do problema. Em seguida, discorre-se sobre cada procedimento que compõe esta parte.

Figura 8 – Etapa 01 do processo metodológico: conscientização do problema



Fonte: elaborado pelo autor.

A primeira fase da *Design Science Research* é também conhecida como conscientização do problema (LUKKA, 2003). Verifica-se, portanto, que o primeiro passo é identificar e posicionar o problema em questão. Para isso, o problema deve ser relevante e investigado no seu contexto com profundidade e desta etapa deriva-se uma proposta de pesquisa (LIMA, 2016). Neste sentido, observa-se que na indústria da construção civil a dificuldade em mensurar a produtividade representa uma melhoria a ser alcançada (BARBOSA *et al.*, 2017; EL-GOHARY; AZIZ, 2014) e este trabalho tem o objetivo de contribuir para reduzir essa lacuna.

Conforme Van Aken (2015), a *Design Science Research* traz algumas contribuições, dentre as quais: a) Construtos: descrever problemas ou especificar soluções; b) Modelo: proposições ou afirmações que expressam relações entre construtos; c) Método: passos para realizar uma tarefa; d) Implementação: realização de um artefato. Portanto, esta pesquisa pretende contribuir propondo um modelo para cálculo de índice global de produtividade na construção civil.

Dessa forma, esta subseção apresenta o delineamento das primeiras duas frentes da pesquisa: a fundamentação teórica e a fundamentação prática. A primeira se deu pela pesquisa nas principais bases de dados de literatura relacionada ao tema de produtividade da mão de obra na construção civil e sua medição. Já a segunda se deu no âmbito mais prático, amparado nas contribuições de um Grupo de Trabalho do INOVACON, pertencente ao SINDUSCON do estado do Ceará.

### 3.2.1.1 Fundamentação teórica

Esta pesquisa se iniciou a partir de estudos para obtenção do conhecimento teórico prévio acerca do assunto de produtividade na construção civil e, mais especificamente, sobre produtividade da mão de obra e seus métodos de medição. Assim, a presente etapa do estudo ocupou-se da pesquisa na bibliografia que, conforme Vergara (2007), tem por objetivo consolidar o conhecimento ao propósito almejado pelo estudo.

Os principais tipos de trabalho pesquisados foram: artigos de congressos, artigos de periódicos, dissertações, teses e publicações técnicas. Inicialmente, somando esforços ao trabalho de Soares (2016), também desenvolvido no âmbito do PEC/UFC, realizou-se uma pesquisa nos anais dos principais congressos nacionais e internacionais de relevância para a área de gestão e economia da construção.

Os principais eventos com trabalhos explorados foram os últimos nove Encontros Nacionais de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC, 2004-2020), os últimos oito Simpósios Brasileiro de Gestão e Economia da Construção (SIBRAGEC, 2003-2019) e os últimos dezesseis Encontros Nacionais de Engenharia de Produção (ENEGEP, 2004-2019).

Além disso, este referencial conta com trabalhos de pós-graduação do banco de dissertações e teses da CAPES somados às divulgações das bibliotecas virtuais de universidades no Brasil, Portugal e Estados Unidos, bem como normativas de instituições, legislação brasileira e boletins de instituições de relevância ao tema do trabalho. Os principais trabalhos de mestrado e doutorado utilizados como referência foram desenvolvidos na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal do Ceará (UFC), Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Internacionalmente, utilizou-se os termos “*productivity*”, “*civil construction*” e “*labor productivity*” pesquisados nas bases do Periódicos CAPES, *Scielo*, *Science Direct*, *Web of Science*, *Scopus*, ASCE e IGLC. Dessa forma, por meio das citações observadas nos trabalhos escolhidos, identificaram-se os periódicos de relevância para compor a revisão de literatura deste trabalho. Destaca-se que, nacionalmente, exploraram-se as publicações da Revista Ambiente Construído (2004-2022), tendo em vista ser o principal periódico brasileiro para o tema.

O filtro de pesquisa dos trabalhos brasileiros nas plataformas e bibliotecas foi com as palavras-chave “produtividade”, “construção civil” e “medição de desempenho”. Os resultados colhidos nesse crivo passaram por análises do título, do resumo e da leitura integral

do texto, os quais, em cada etapa, averiguou-se o potencial de contribuição para o presente trabalho. Esta revisão se concentrou em analisar as técnicas de medição de produtividade de mão de obra na literatura, as vantagens e desvantagens destas técnicas e as diretrizes para melhorar a medição, bem como as formas de visualização de dados sobre produtividade.

### *3.2.1.2 Fundamentação prática*

Salienta-se, inicialmente, que foi iniciativa do INOVACON criar um Grupo de Trabalho (GT) formado por um time de engenheiros que representam construtoras cearenses, cujo objetivo seria medir a produtividade de suas obras. Com o nome de “GT Gestão”, o grupo definiu o tema de “produtividade” ainda no ano de 2018, pois as atividades iniciariam em 2019.

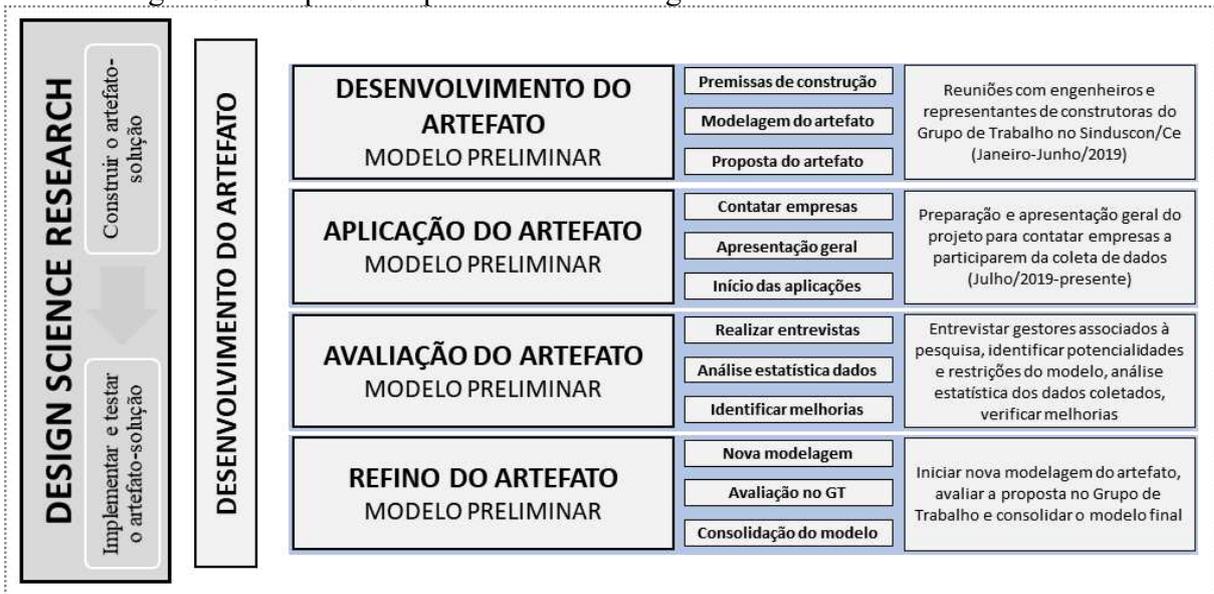
Após a criação do GT, foram realizadas reuniões semanais para discutir o tema, a fim de promover debates para, então, consolidar como está acontecendo a medição de produtividade global nas construtoras. Nesta etapa, foram ouvidos engenheiros em cargo de gerência de obras de 07 construtoras, 01 professor da UFC (orientador desta pesquisa) e 01 representante do Sinduscon. O presente autor observou as discussões.

As discussões no grupo foram sustentadas pela literatura e verificou-se a existência de um problema de relevância prática em construtoras do Ceará: a medição de produtividade global de mão de obra na construção civil. Este problema é de interesse das empresas ora relatadas, pois essa medição pode, conforme as reuniões realizadas, melhorar substancialmente o desempenho das construções. Dessa forma, tal questão norteia a presente pesquisa e permite o estudo de proposição de um artefato que seja resposta às lacunas encontradas na teoria e verificadas na indústria.

### *3.2.2 Desenvolvimento do artefato*

A Figura 09 apresenta o detalhamento da Etapa 02 (P.02) do processo, que trata do desenvolvimento do artefato. Em seguida, discorre-se sobre cada procedimento que compõe esta parte.

Figura 9 – Etapa 02 do processo metodológico: desenvolvimento do artefato



Fonte: elaborado pelo autor.

Para dar continuidade ao processo da pesquisa, é importante conceber soluções e selecionar uma delas (proposição de um artefato). Van Aken (2015) sugere desenvolver soluções alternativas, verificando a congruência entre a solução ideal e a solução emergente. Nesta etapa, é imprescindível avaliar e justificar o motivo da escolha da solução para o problema estudado. Nas subetapas de desenvolvimento do modelo preliminar, aplicação do artefato e avaliação do mesmo é possível garantir a ciclicidade do método e fazer ilações quando necessário com a etapa de conscientização do problema. As setas representadas na Figura 07 do macroprocesso representam isso.

A presente etapa cabe-se do desenvolvimento da solução. Para isso, é necessário desenvolver ou construir a solução até o estágio máximo que seja possível alcançar. Para este trabalho, foi proposto um modelo teórico de medição de produtividade global para obras residenciais.

Como uma das ferramentas que compõem o artefato, a etapa de desenvolvimento do modelo conta com o estabelecimento de premissas para a elaboração de ferramentas de coleta de dados, processamentos dos mesmos e análise dos dados. As premissas de construção do artefato foram elaboradas com estudos teóricos prévios e foram validadas nas reuniões internas do GT Gestão, do INOVACON. Essas premissas são apresentadas na Seção 04.

Ademais, a etapa será subdividida da seguinte forma: 1) elaboração de ferramentas para coletas de dados (a. ficha de cadastro da empresa e dos empreendimentos; b. ficha de acompanhamento mensal dos dados de produtividade; c. ficha de controle de ponto; d. coleta de dados; e. armazenamento de dados; f. análise de dados; g. controle de coleta; h. apresentação

de resultados), a fim de coletar dados de obras em andamento (que iniciaram no ano de 2019) e obras já concluídas; 2) elaboração de ferramenta de coleta de dados de obras já concluídas que não levantaram dados dos índices necessário durante sua execução; 3) entrevista com gestores/engenheiros das empresas participantes para verificar as dificuldades de aplicação e coleta de dados pelo formulário proposto, a fim de aprimora-lo; e 4) recebimento e análise dos dados (avaliação metodológica).

Uma vez desenvolvido o artefato como modelo preliminar, houve o processo de aplicação do mesmo. Inicialmente, optou-se por apresentar a pesquisa para todas as empresas construtoras que mantem relação com o Sinduscon-Ce. Para isso, em reunião com as mesmas, apresentou-se a proposta de pesquisa, contemplando a justificativa que motivou este trabalho, os objetivos propostos, parte da metodologia utilizada e os resultados esperados.

Nesta etapa, contatou-se 07 empresas que juntas dispunham de 08 obras em andamento. Após o contato, iniciou-se o processo de coleta de dados. Foram realizadas 08 visitas técnicas aos canteiros das 08 obras cadastradas. Nestas visitas, apresentou-se o modelo para a equipe técnica e firmou-se o compromisso do envio dos dados para compor o banco de dados e iniciar a validação do modelo. Alguns dados tiveram sua coleta inviabilizada devido a demandas da pandemia da covid-19.

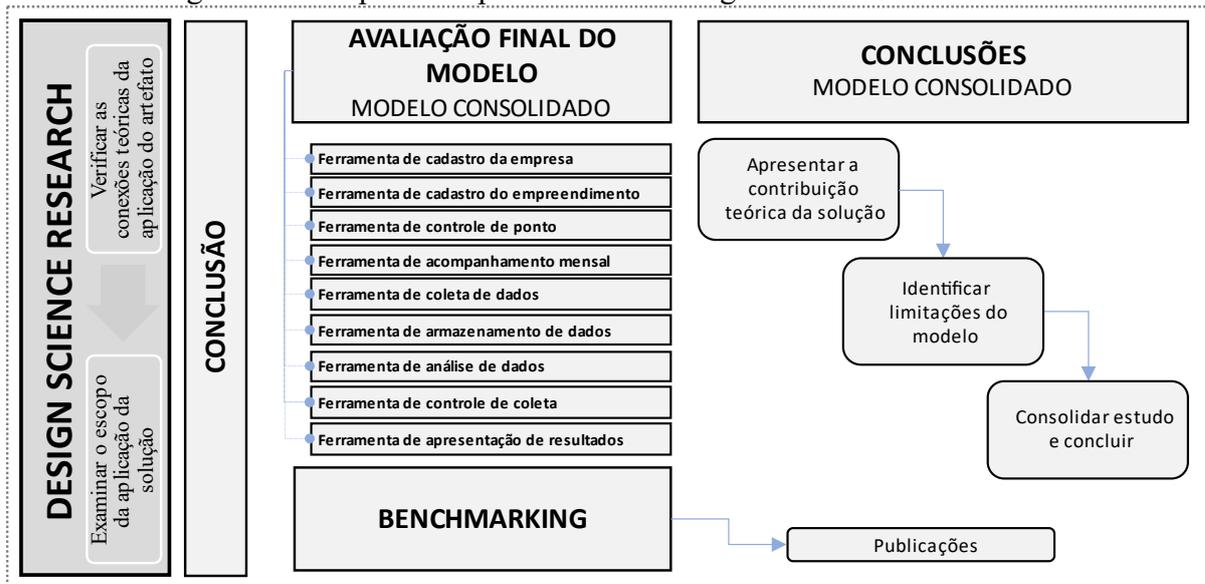
Uma outra etapa se desenhou pela avaliação do artefato. Aqui há várias formas de evidenciar que a solução funciona. Pode ser através da percepção dos usuários, da medição de desempenho, de simulações, de pesquisa-ação, de estudo de caso, entre outros. Ressalva-se que, mesmo em casos nos quais a solução não é totalmente bem sucedida, ainda podem haver contribuições, mesmo que teóricas, relevantes.

Para esta avaliação, a presente pesquisa preteria utilizar entrevistas semiestruturadas a serem realizadas com gestores ou diretores técnicos das empresas, cujo roteiro preliminar encontra-se no Apêndice A e foi baseado nos trabalhos de Cândido (2015) e Soares (2016). Estas entrevistas validarão o artefato proposto e possibilitarão identificar lacunas que precisem ser corrigidas no método final, objeto deste trabalho. As fontes de evidência são os documentos, planilhas de medição, fichas de acompanhamentos mensais propostas pela pesquisa e demais achados nas empresas (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013).

### 3.2.3 Conclusão

A Figura 10 apresenta o detalhamento da última macro etapa, a Etapa 03 (P.03) do processo, que trata da conclusão do artefato-solução. Em seguida, discorre-se sobre cada procedimento que compõe esta parte.

Figura 10 – Etapa 03 do processo metodológico: conclusão do modelo



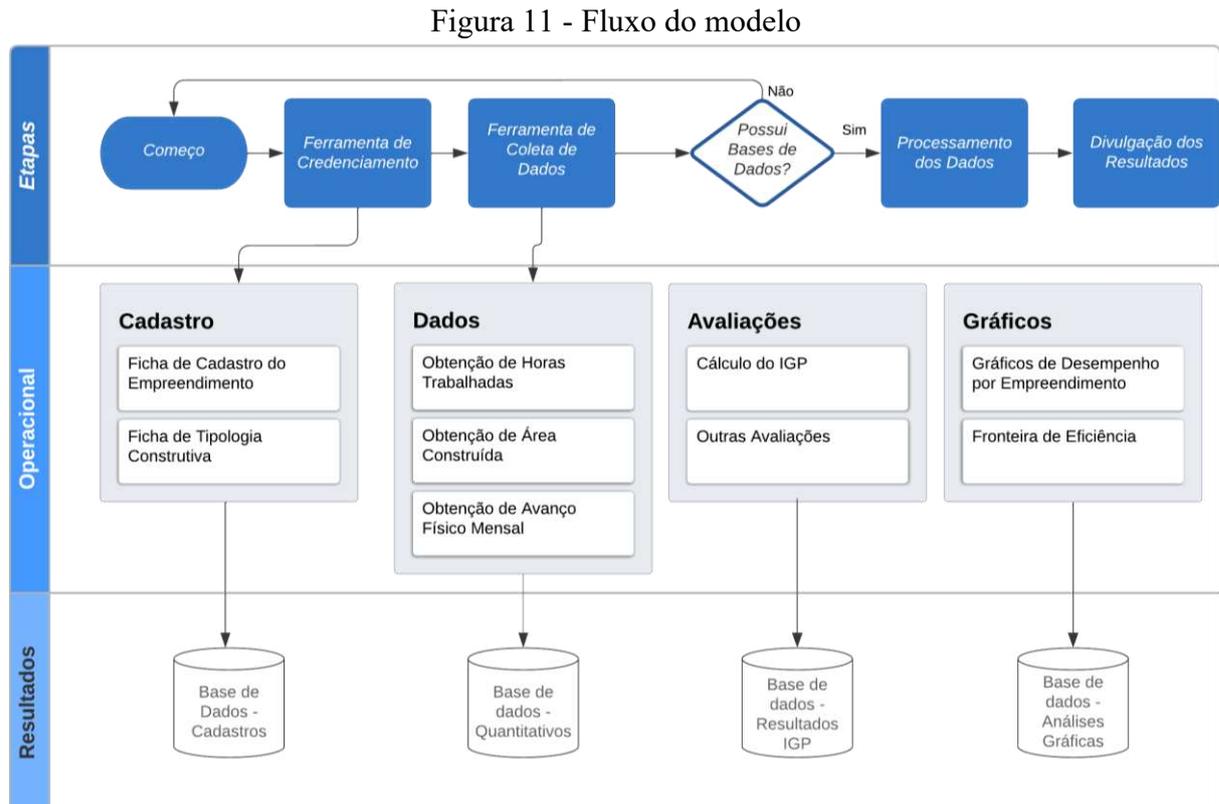
Fonte: elaborado pelo autor.

A última etapa do processo metodológico da criação do modelo será a conclusão, conforme apresentada na Figura 10. Verificam-se as conexões teóricas da aplicação do artefato na prática e, a partir disto, examina-se o escopo do modelo, identificando as contribuições que o mesmo oferece, as limitações, dificuldades, potencialidades e, por fim, consolidar o artefato como uma solução viável.

O modelo consolidado apresentará, pelo menos, nove ferramentas que juntas poderão dar suporte à medição global de produtividade nas obras. Essas ferramentas são apresentadas no Capítulo 04. Por fim, o modelo possibilitará a realização de *benchmarking*.

## 4 ARTEFATO – MODELO DE MEDIÇÃO DE PRODUTIVIDADE GLOBAL

O artefato proposto é composto por uma modelo de cálculo de produtividade global e uma rotina de coleta de dados. A Figura 11 apresenta o fluxo do processo do artefato, a fim de fornecer uma visão geral do modelo.



Fonte: elaborado pelo autor.

As etapas apresentadas na Figura 11 são detalhadas a seguir. Na subseção 4.1, apresenta-se a descrição preliminar do modelo. Na subseção 4.2 apresenta-se um teste oficial utilizando um banco de dados de obras já concluídas.

### 4.1 Descrição do modelo preliminar proposto

#### 4.1.1 Orientações iniciais

A metodologia de cálculo do Índice Geral de Produtividade (IGP) conta com direcionamentos de obtenção, controle e divulgação dos dados. Dessa forma, a intenção é padronizar regras para todas estas etapas.

O Quadro 5 a seguir apresenta o registro do indicador proposto, com base na literatura.

Quadro 5 – Proposta de definição de indicador global de produtividade

Elemento	Descrição	Fonte
1. Título	Indicador Global de Produtividade – IGP	Neely <i>et al.</i> (1997)
2. Objetivo da medida	Mede a desempenho global da mão de obra da obra	
3. Relação com os objetivos	Prazo e custo	
4. Meta	Quanto menor, melhor. Atualmente, Ceotto (2020) chega a 10 Hh/m <sup>2</sup> .	
5. Fórmula	$IGP_{mês_n(\frac{Hh}{m^2})} = \frac{Quantidade\ de\ Horas\ Trabalhadas}{\% \text{ Avanço Físico Mensal} \times \text{Área construída}}$	
6. Frequência de medição	Mensal	
7. Frequência de revisão	Ao final da medição de cada obra	
8. Responsável pela coleta	Sala técnica	
9. Fonte dos dados	Inicialmente coletado do cronograma físico-financeiro, folha de ponto da mão de obra e alvará de construção	
10. Responsável	Sala técnica	
11. O que ele deve fazer	IGP (Hh/m <sup>2</sup> ) > Meta: analisar as causas IGP (Hh/m <sup>2</sup> ) <= Meta: nada a fazer	
12. Quem atua sobre os resultados	Sala técnica e gestores	
13. O que ele deve fazer	Apresentar, mensalmente, o indicador para a tomada de decisão	
14. Observações e comentários	É necessário informar comentários adicionais referentes a eventualidades de medição do indicador	
15. Benchmarking	Comparação da obra na fronteira de eficiência com outras obras reais, porém anônimas, da base de dados	Medori e Steeple (2000)

Fonte: elaborado pelo autor.

Na fase de obtenção dos dados, sugere-se a criação de um banco de informações com os dados das empresas e dos seus respectivos empreendimentos. A coleta de dados pode ser feita *online*, por meio de formulários de preenchimento digital ou por *e-mail*. Para essa coleta, é necessário o preenchimento das fichas apresentadas a seguir.

#### 4.1.2 Ficha de Cadastro

A ficha de cadastro, disponível no APÊNDICE B, deve permitir a criação de um banco de dados capaz de coletar, gerenciar, transformar e divulgar resultados e realizar *benchmarking*, como se detalha a seguir.

A coleta de dados deve ser mensal para permitir o acompanhamento das obras durante a sua execução. Inicialmente, é necessário que as empresas cadastrem seus empreendimentos. Essa tarefa é necessária apenas uma vez, salvo os casos em que seja preciso

alterar alguma informação decorrente de mudanças no escopo do projeto ora iniciado. A presente ficha possui 29 itens para caracterizar os empreendimentos e foi produzida com a contribuição de especialistas atuantes no Grupo de Trabalho em Gestão (GT Gestão) do Programa de Inovação da Indústria da Construção Civil (Inovacon), núcleo tecnológico do Sindicato da Indústria da Construção Civil do Ceará (SINDUSCON-CE), durante a vigência do GT no biênio 2019/2020.

A Figura 12 apresenta a primeira parte da ficha, que é composta por 16 itens que visam a caracterizar o empreendimento quanto às informações gerenciais e mercadológicas.

Figura 12 – Ficha de Cadastro Parte 1 de 2 – Cadastro do empreendimento

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 (m <sup>2</sup> )			
	TIPO DE UNIDADE 2 (m <sup>2</sup> )			
	TIPO DE UNIDADE 3 (m <sup>2</sup> )			
	TIPO DE UNIDADE 4 (m <sup>2</sup> )			
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: elaborado pelo autor.

Já a Figura 13 apresenta a segunda parte da ficha, que visa à caracterização das tipologias construtivas. Dispõem-se os seguintes itens: a. Contenção; b. Fundação; c. Estrutura (tipo de estrutura, tipo de concreto, tipo de aço); d. Alvenaria (externa e interna); e. Contrapiso; f. Revestimento interno do piso; g. Fachada (tipo e tipo de revestimento); h. Esquadrias; i. Impermeabilização; j. Pintura; k. Forro; l. Instalações hidráulicas; e m. Instalações elétricas.

Figura 13 – Ficha de Cadastro Parte 2 de 2 – Tipologias Construtivas

		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. Montagem in loco	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		
23	FACHADA (tipo que mais se repete)	TIPO	Aderida	Não-Aderida		
		REVESTIMENTO	Cerâmica	Granito	Textura	
24	ESQUADRIAS (Tipo que mais se repete)	ESQUADRIAS (Portas)	Alumínio	PVC	Madeira	
		ESQUADRIAS (Janelas)	Alumínio	PVC	Madeira	
		Guarda-Corpo (Instalação)	Montantes	Frente Laje	Sistema Unitizado	
25	IMPERMEAB.	Áreas Molhadas: Varanda	Manta	Arg. Polimérica	Manta Líquida Elastomérica	Resina Termoplástica
		Áreas Molhadas: Box	Manta	Arg. Polimérica	Manta Líquida Elastomérica	Resina Termoplástica
		Áreas Molháveis: Wc	Manta	Arg. Polimérica	Manta Líquida Elastomérica	Resina Termoplástica
		Áreas Molháveis: Área de Serv	Manta	Arg. Polimérica	Manta Líquida Elastomérica	Resina Termoplástica
		Nº ÁREAS MOLHADAS (todas áreas molhadas dos ambient. da unidade)				
26	PINTURA	Tipo de Execução	Manual	Compressor		
27	FORRO		Gesso Placa	Gesso Acartonado	Revestimento de Gesso Sob Laje	
28	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	Água Fria				
		Água Quente				
		Nº Pontos da unidade que mais se repete (inclusive, água pra vaso, torneiras e chuveiros).				
29	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS (Nº de Pontos Elétrico, TV, Telefone = Quant. De Caixinhas na parede)					

Fonte: elaborado pelo autor.

Incluíram-se os principais processos executivos de um empreendimento, de acordo com as sugestões dos participantes das reuniões conduzidas pelo GT Gestão e que são mais utilizadas na construção civil local. Adicionou-se, também, a opção “outro” para que novas soluções possam ser cadastradas. Conforme as entrevistas nesta fase, estes itens são responsáveis por boa parte dos dispêndios de tempo e dinheiro na obra, afetando diretamente a produtividade global do empreendimento.

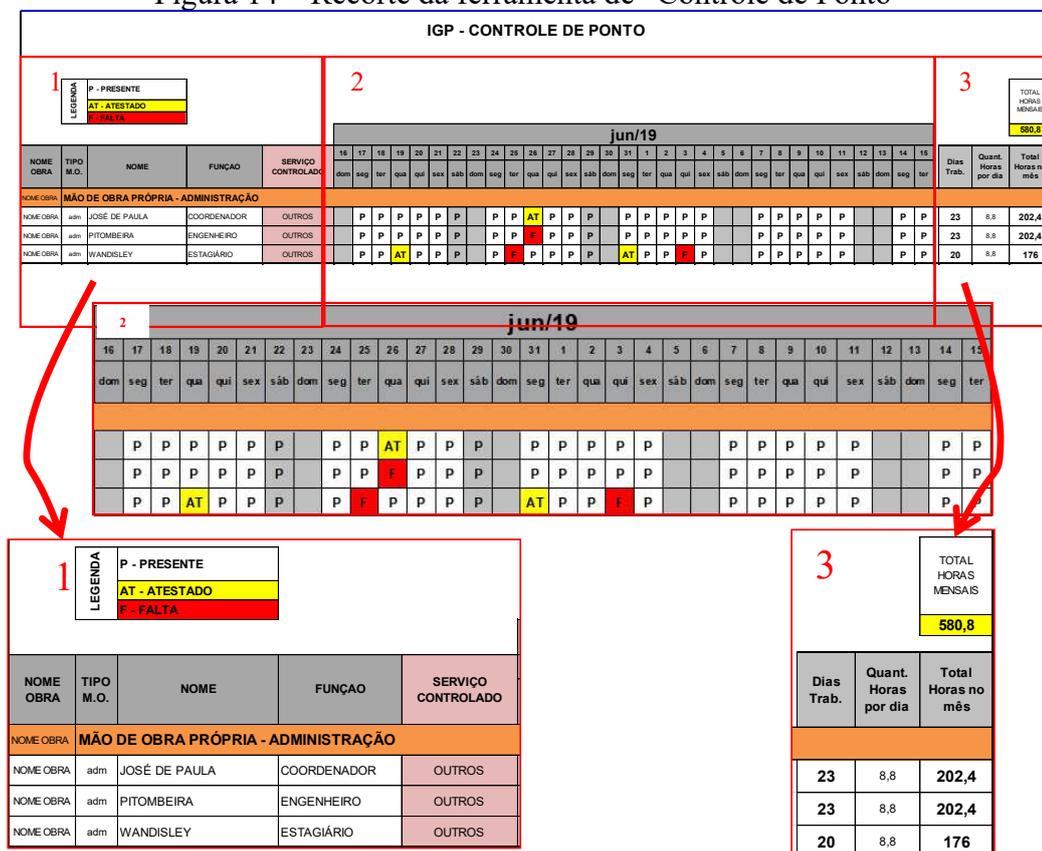
Uma primeira validação dessa ficha de cadastro, como parte do artefato proposto, foi realizada durante duas reuniões do GT Gestão, nas quais participaram engenheiros civis,

engenheiros de produção e arquitetos, dentre os quais possuíam posições de gestão dentre de diversas empresas de prestígio no estado do Ceará. Na primeira reunião, a ficha original foi apresentada e discutida, gerando uma segunda ficha mais robusta. Na segunda reunião, a ficha de cadastro final foi apresentada tal como seria levada às empresas convidadas para a pesquisa, quando pequenas sugestões foram incorporadas: a inclusão de mais duas opções de serviços para a parte de “tipologia construtiva”, passando a possuir agora quatro opções e um espaço para “outros”, para o caso de determinado serviço não se enquadrar nos pré-estabelecidos pela ficha.

**4.1.3 Controle de Ponto**

Para contabilizar a quantidade de operários nas obras, propôs-se a consolidação das informações do controle de ponto, registro obrigatório por Lei. Assim, aproveitam-se as informações já coletadas pelas empresas que já possuem sistemas digitais para controle de ponto dos funcionários, por meio de relógios digitais biométricos ou de cartão. A Figura 14 apresenta a forma de organização dessas informações e detalhados na sequência.

Figura 14 – Recorte da ferramenta de “Controle de Ponto”



Fonte: elaborado pelo autor.

O “Controle de Ponto” é uma planilha eletrônica do *Microsoft Office Excel* e contém informações qualitativas e quantitativas relacionadas aos funcionários de uma obra específica. Estas informações serão descritas a seguir.

A parte 1, destacada na Figura 14, corresponde às principais informações de identificação da obra e do operário. A primeira coluna corresponde ao “Nome da Obra” e deve ser preenchida como tal. Em toda obra, há mão de obra relacionada à administração e ao trabalho de campo, que se subdividem, ainda, em mão de obra própria da empresa e terceirizada.

A consideração desses dois tipos de mão de obra (administração e campo) resultam em diferentes formas de cálculo da produtividade e, portanto, é necessário especificá-las, o que deve ser feito na segunda coluna, “Tipo de MO”, em que MO significa “Mão de Obra”.

A terceira coluna corresponde ao “Nome” do funcionário, para fins de controle interno, e sua respectiva função na obra, cuja especificação é dada na quarta coluna. A partir desta identificação, é possível entender qual o “Serviço Controlado” correspondente a essa mão de obra, conforme a quinta coluna da planilha.

A parte 2 destacada na Figura 14, contém 31 colunas correspondendo aos dias do mês de medição. Como o lançamento do efetivo de trabalhado é diário, resolvem-se problemas da falta de registro de presença. Para isso, usa-se o preenchimento com “P” para “Presente”, “AT” para “Atestado” e “F” para falta.

Na parte 3, destacada na Figura 14, tem-se o total de dias trabalhados, a quantidade de horas por dia e o total do mês. Adotou-se como hora de trabalho padrão de um dia de trabalho 8,8 horas, correspondente a 44 horas semanais de trabalho, de acordo com as leis trabalhistas no país e com o dissídio coletivo da categoria que prevê às sextas-feiras e às vésperas de feriados uma hora a menos de trabalho.

Os valores apontados são contabilizados em “Total de Horas Mensais”, que é usado para o cálculo do IGP. Como o objetivo do IGP é obter um parâmetro global de produtividade, as intercorrências durante a produção, como os eventuais atrasos ou antecipações, não foram considerados e podem ser alvo de pesquisas futuras.

Observa-se que, no caso de o empreendimento trabalhar no sábado ou feriado, é necessário considerar o efetivo na soma mensal do total de horas trabalhadas. Ainda, se um operário for transferido entre obras, deve-se contabilizar apenas os dias em que o funcionário realmente trabalhou na obra naquele mês.

É indispensável a inclusão no cálculo das horas trabalhadas aquelas realizadas pelas empresas terceirizadas. Portanto, faz-se necessário o acompanhamento do efetivo diário de todas estas empresas.

Uma primeira validação da ferramenta “Controle de Ponto” foi realizada durante reunião do GT Gestão e sofreu poucas modificações, com base nas sugestões dos profissionais da indústria da construção, apenas em relação a forma de preenchimento em “P”, “F”, “AT”.

#### 4.1.4 Área Construída e progresso físico mensal

Para a obtenção da área construída, as empresas devem utilizar os projetos legais, que por sua vez constam no Alvará de Construção aprovado nos órgãos oficiais e que tem por base a norma ABNT NBR 12721 (ABNT, 2021). Como o objetivo é ter uma produtividade global mensal e acumulada, a metragem quadrada produzida mensalmente é obtida pelo avanço físico do mês. Isto é, a porcentagem de avanço físico, medido pelo cronograma físico-financeiro do empreendimento, é multiplicado pelo total da área construída estabelecida pelo alvará de construção.

É importante salientar que o percentual de avanço físico com base no valor monetário é uma metodologia criticada por alguns autores na literatura, pois pode distorcer a compreensão do real esforço produzido pela força de trabalho da obra em um determinado período (CÂNDIDO; CARNEIRO; HEINECK, 2016). Entretanto, seu uso foi adotado devido ao seu amplo e consolidado uso pelas empresas participantes do estudo, devido a sua facilidade de obtenção e de inserção na rotina de cálculo do IGP sugerido.

#### 4.1.5 Ficha de acompanhamento mensal

Para o acompanhamento mensal, elaborou-se a Ficha de acompanhamento mensal, conforme exemplificado na Figura 15 e disponível na íntegra no Apêndice C.

Figura 15 – Ficha de Acompanhamento Mensal Parte 1 de 2 – Caracterização e índices coletados

<b>1</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO</b>	
1.1	EMPRESA	
1.2	EMPREENDIMENTO	
1.3	RESPONSÁVEL PELO PREENCHIMENTO	
1.4	MÊS/ANO DE MEDIÇÃO	
1.5	DATA DE FECHAMENTO DO AVANÇO	
<b>2</b>	<b>ÍNDICES</b>	
2.1	% DE AVANÇO FÍSICO DO MÊS	
2.2	HORAS TRABALHADAS NO MÊS	
<b>MO PRÓPRIA</b>		
2.3	Administração	
2.4	Campo	
<b>MO TERCEIRIZADA</b>		
2.5	Administração	
2.6	Campo	

Fonte: elaborado pelo autor.

Para calcular os indicadores por tipo de atividade, definiu-se, nas discussões com os membros do GT Gestão, coletar, também, a quantidade de horas trabalhadas por tipo de serviço. A Figura 16 apresenta a parte 2 da ficha contendo os principais serviços indicados pelo GT Gestão.

Figura 16 – Ficha de Acompanhamento Mensal Parte 2 de 2 – Coleta de dados por serviço e observações.

<b>3 MO POR SERVIÇOS (HORAS)</b>		
<b>3.1</b>	<b>ESTRUTURA</b>	
<b>3.2</b>	<b>INSTALAÇÕES</b>	
<b>3.3</b>	<b>FACHADA</b>	
<b>3.4</b>	<b>REVESTIMENTO INTERNO</b>	
<b>3.5</b>	<b>ESQUADRIAS</b>	
<b>3.6</b>	<b>IMPERMEABILIZAÇÃO</b>	
<b>3.7</b>	<b>GESSO</b>	
<b>3.8</b>	<b>PINTURA</b>	
<b>OBSERVAÇÕES</b>		
<i>% de avanço físico mensal calculado na base financeira, informar metragem quadrada produzida.</i>		
<i>As horas dos terceirizados devem ser incluídas no somatório das horas totais mensal.</i>		
<i>Considera-se 8,8 horas por dia trabalhado.</i>		
<i>Incluir sábados e considerar absenteísmo.</i>		
<i>Não incluir horas extras nas horas trabalhadas no mês.</i>		

Fonte: elaborado pelo autor.

A ficha contempla a expansão das linhas para mais serviços ou mesmo o detalhamento, desde que se agregue a informação as horas pelo item agregado. Por exemplo, pode-se obter os dados da estrutura por fôrma, armação e concretagem, mas deve ser enviada a informação considerada de modo agregado para o cálculo do IGP.

A validação da ferramenta “Ficha de Acompanhamento Mensal”, como parte do artefato proposto, foi realizada durante duas reuniões do GT Gestão. Validou-se a parte de caracterização da empresa e dos índices. Na segunda, validou-se o preenchimento por tipo de serviço.

#### **4.1.5 Processamento dos dados**

O Índice Global de Produtividade (IGP) deverá ser calculado mensalmente para cada empreendimento, considerando a quantidade e horas trabalhadas e a área ponderada pelo percentual de avanço concluído, conforme a Equação 4:

$$IGP_{mês_n} = \frac{\text{Quantidade de Horas Trabalhadas}}{\% \text{ Avanço Físico Mensal} \times \text{Área construída}} \quad (4)$$

Em que  $n$  corresponde ao número do mês atual. A partir do segundo mês, será calculado a média acumulada, ou seja, a média do IGP do mês anterior com o mês atual e assim por diante, conforme a Equação 5:

$$IGP_{médio} = \frac{\sum_{i=1}^n IGP_{mês_n}}{n} \quad (5)$$

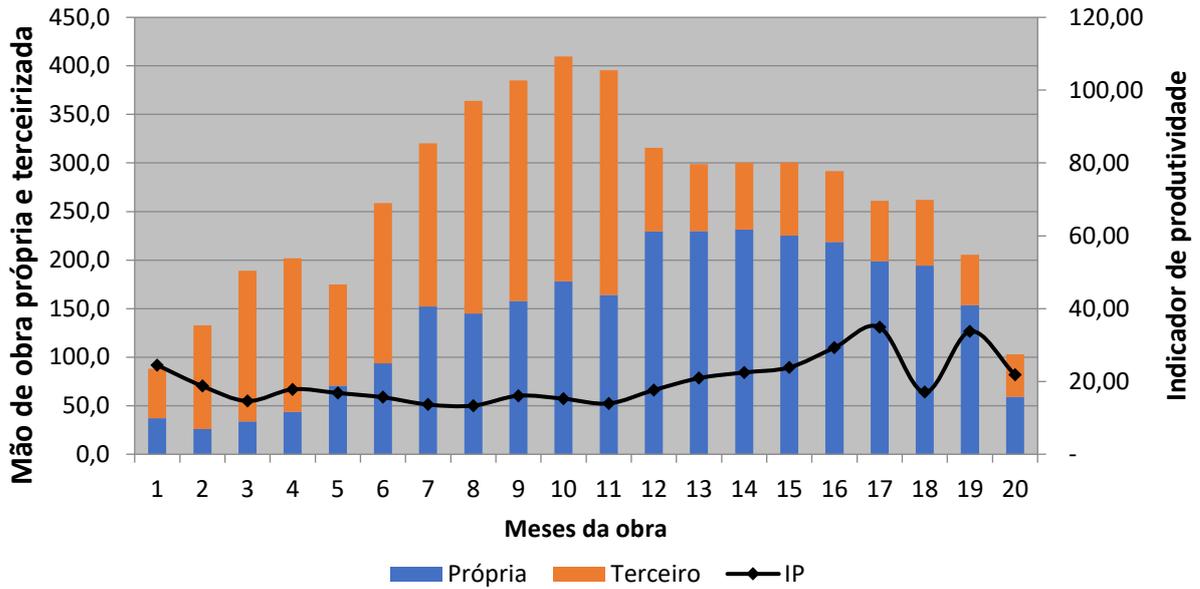
Em que  $n$  é o mês da última medição e vai de 1 até o prazo final da obra. Essa média acumula o histórico de toda a obra e, quanto mais próximo do fim, mais os serviços estão próximos ao ponto ótimo, isto é, o fluxo de produção se torna mais real, e, portanto, o índice vai se tornando mais realista.

Fazendo-se esse cálculo para cada empreendimento, obtém-se o valor médio de IGP em cada obra mensalmente e é possível verificar um valor médio global de produtividade. Com esse dado as empresas podem comparar suas obras com as demais e verificar ganhos ou perdas de produtividade, como sugerido a seguir para a divulgação dos resultados. Um diferencial da metodologia é a comparação das obras com base no semestre ou nos terços da obra, mesmo em serviços diferentes no período coletado sejam diferentes. A seguir, apresentam-se as formas de divulgação dos resultados.

#### 4.1.5 Divulgação dos resultados

A Figura 17 apresenta uma sugestão de como apresentar o  $IGP_{médio}$  do empreendimento, em que se tem a produtividade por mão de obra própria e terceirizada empilhado e o índice de produtividade agregado.

Figura 17 – Exemplo de apresentação dos resultados de um empreendimento

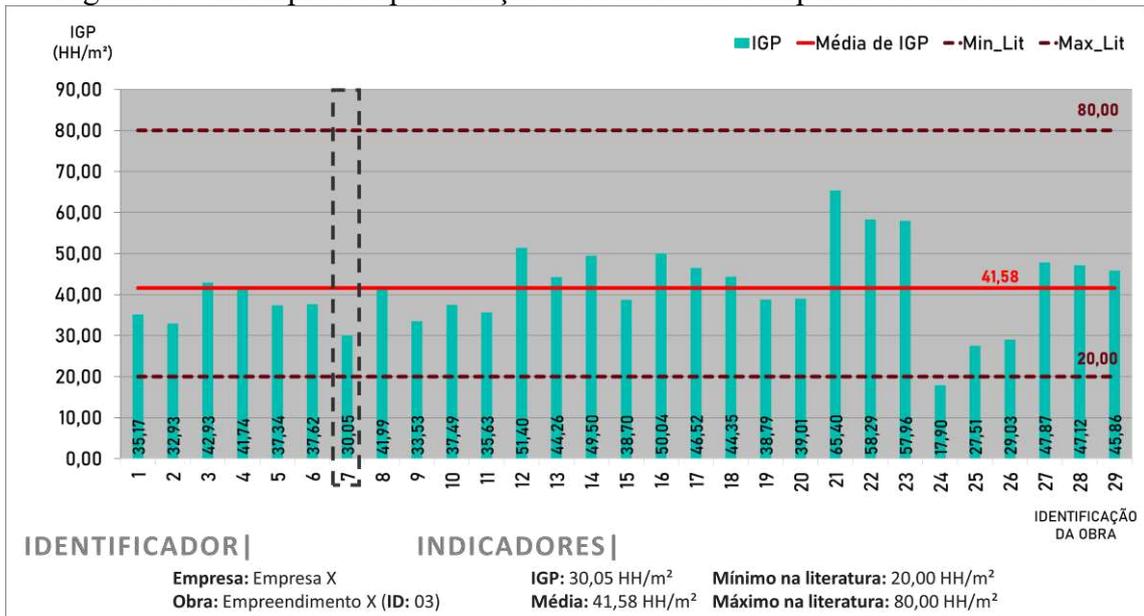


Fonte: elaborado pelo autor.

Ademais, recomenda-se fazer a análise por tipo de empreendimento, isto é, analisar os residenciais e os comerciais, separadamente, posto que os dois podem possuir divergências durante seu processo de execução e os aspectos de projetos são distintos.

A Figura 18 apresenta um exemplo de comparativo entre obras que pode ser realizada para que a empresa possa verificar o seu progresso ao longo do tempo.

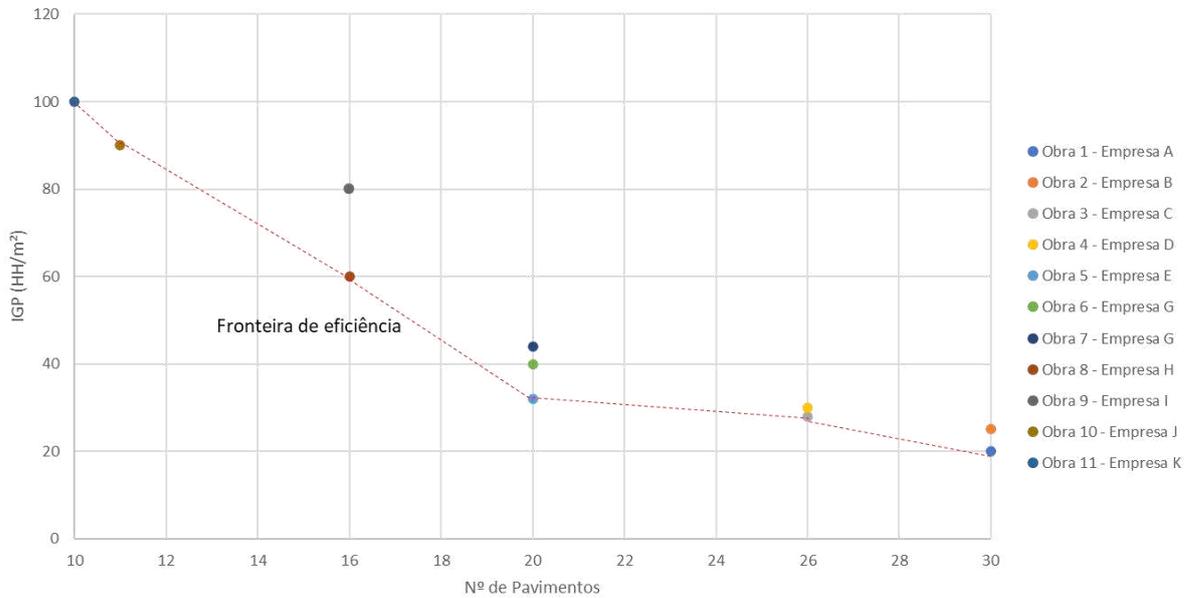
Figura 18 – Exemplo de apresentação dos resultados comparativos entre as obras



Fonte: elaborado pelo autor. Legenda: IGP – Índice Global de Produtividade. Min\_Lit – índice mínimo verificado na literatura. Máx\_Lit – índice máximo verificado na literatura.

Por fim, outra análise sugerida é um estudo por tempo de obra, no qual sugere-se dividir a obra em 03 fases, conforme discussões no GT Gestão. A opção por dividir a obra em 03 fases é devido à maior possibilidade de comparar os empreendimentos, dado que desenvolvem atividades diferentes mês a mês. Em discussão no grupo de trabalho do SINDUSCON, os engenheiros especialistas sugeriram verificar tal comparação por obter um espaço amostral maior e mais aproximado entre as obras, conforme apresentado na Figura 19.

Figura 19 – *Benchmarking* entre obras



Fonte: elaborado pelo autor.

## 4.2 Teste funcional do artefato

O teste do artefato se deu com o uso de dados históricos 27 empreendimentos já concluídos. Esses dados foram fornecidos por 5 empresas participantes do GT Gestão, que também participaram da elaboração do modelo supra descrito. As 27 obras têm o acompanhamento mensal de efetivo de mão de obra própria e terceirizada, além do percentual de avanço da medição físico-financeira.

O Quadro 6 resume a caracterização das empresas que dispuseram os dados.

Quadro 6 – Caracterização das empresas

Empresa	Caracterização da Empresa	Empreendimento	Padrão	Tipo	Área Construída
Alfa	Fundada em 1968. Mais de 200 projetos no Brasil. Médio porte. Obras residenciais e comerciais.	1	Alto	Residencial	25.246,21 m <sup>2</sup>
		2	Alto	Residencial	32.771,32 m <sup>2</sup>
		3	Alto	Residencial	24.276,75 m <sup>2</sup>
		4	Alto	Residencial	33.392,52 m <sup>2</sup>
		5	Alto	Residencial	16.610,37 m <sup>2</sup>
		6	Alto	Residencial	15.816,63 m <sup>2</sup>
		7	Alto	Residencial	13.429,00 m <sup>2</sup>
		8	Alto	Residencial	25.025,60 m <sup>2</sup>
		9	Alto	Residencial	19.141,95 m <sup>2</sup>
		11	Alto	Residencial	14.741,80 m <sup>2</sup>
		13	Alto	Residencial	12.820,39 m <sup>2</sup>
Beta	Fundada em 1990. Mais de 30 obras entregues no Ceará. Médio porte. Obras residenciais, comerciais e industriais.	10	Alto	Residencial	21.725,80 m <sup>2</sup>
		12	Alto	Residencial	12.253,21 m <sup>2</sup>
		14	Alto	Residencial	27.566,68 m <sup>2</sup>
		25	Alto	Comercial	32.627,97 m <sup>2</sup>
Gama	Fundada em 1982. Mais de 1.500.00,00 m <sup>2</sup> construídos. Médio porte. Obras residencias e comerciais.	15	Médio	Residencial	24.804,00 m <sup>2</sup>
		16	Médio	Residencial	17.656,08 m <sup>2</sup>
		17	Médio	Residencial	18.613,90 m <sup>2</sup>
		18	Médio	Residencial	22.808,44 m <sup>2</sup>
		19	Médio	Residencial	22.939,47 m <sup>2</sup>
		20	Médio	Residencial	64.223,77 m <sup>2</sup>
		21	Médio	Residencial	22.053,36 m <sup>2</sup>
		22	Alto	Residencial	12.397,74 m <sup>2</sup>
23	Alto	Residencial	8.733,93 m <sup>2</sup>		
Delta	Empresa com foco em construção de casas padrão Minha Casa, Minha Vida (MCMV)	24	MCMV	Residencial	58.652,18 m <sup>2</sup>
Épsilon	Fundada em 1999. Cerca de 10 empreendimentos residenciais e comerciais de médio a alto padrão.	26	Alto	Comercial	44.607,06 m <sup>2</sup>
		27	Médio	Residencial	16.552,80 m <sup>2</sup>

Fonte: elaborado pelo autor.

Os dados coletados foram o avanço físico mensal, do início ao fim da obra, e a área construída. Com isso obteve-se a quantidade construída em metros quadrados por mês. Também se coletou a quantidade de horas trabalhadas no mês com a mão de obra própria e

terceirizada. A Figura 20 apresenta o recorte da planilha de preenchimento dos dados da Obra X da Empresa A. As empresas optaram pela não disponibilização de todos os dados, os quais não puderam ser anexados ao presente trabalho em sua íntegra, devido a dificuldades no envio, após tentativas de solicitações.

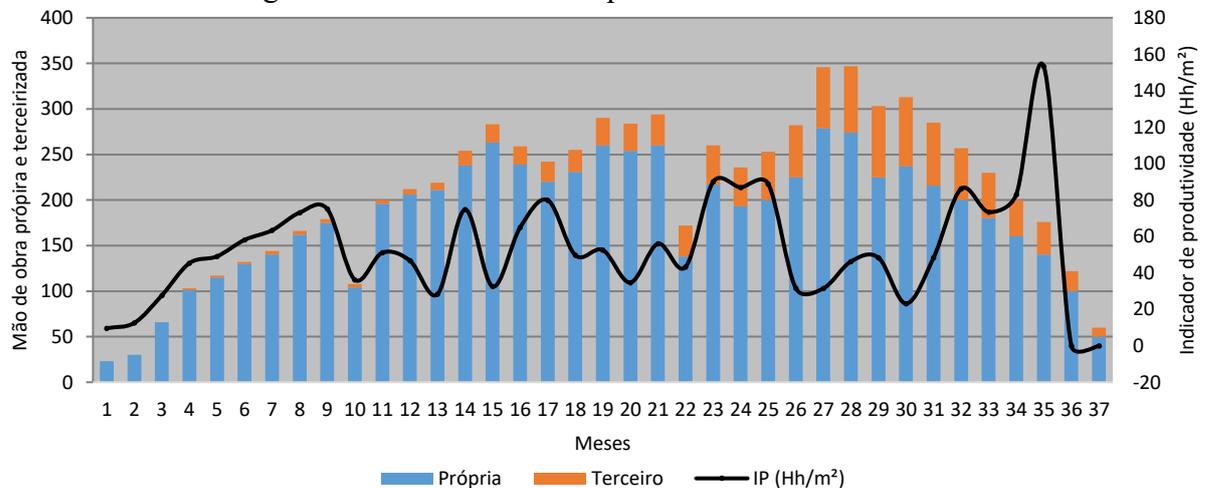
Figura 20 – Recorte da planilha preenchida

Mês	Realizado		Área Construída 27.566,68	Mão-de-obra										Horas Trabalhadas			IP (HH/m <sup>2</sup> )					
	Mês	Acumulado		Própria		Terceiro						Total	Dias úteis	Própria	Terceiro	Própria + Terceiro	Própria	Terceiro	Total			
				Adm	Produção	Protensão	Instalações	Imperm.	Forro / Pintura	Elevadores	Esquadrias / Guaiada.Corro.									Total - Terceiro		
1	mar/15	1,52%	1,52%	419,56	2	23	0	0	0	0	0	0	0	0	23	20	4.048	-	4.048	9,65	-	9,65
2	abr/15	1,52%	3,04%	419,63	2	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30	20	5.280	-	5.280	12,58	-	12,58
3	mai/15	1,52%	4,57%	419,63	5	66	0	0	0	0	0	0	0	0	66	20	11.616	-	11.616	27,68	-	27,68
4	jun/15	1,52%	6,09%	419,63	5	101	2	0	0	0	0	0	2	103	21	18.665	370	19.034	44,48	0,88	45,36	
5	jul/15	1,52%	7,61%	419,63	5	115	2	0	0	0	0	0	2	117	20	20.240	352	20.592	48,23	0,84	49,07	
6	ago/15	1,52%	9,13%	419,63	8	130	2	0	0	0	0	0	2	132	21	24.024	370	24.394	57,25	0,88	58,13	
7	set/15	1,52%	10,66%	419,63	8	140	2	2	0	0	0	0	4	144	21	25.872	739	26.611	61,65	1,76	63,42	
8	out/15	1,52%	12,18%	419,63	12	162	2	2	0	0	0	0	4	166	21	29.938	739	30.677	71,34	1,76	73,11	
9	nov/15	1,52%	13,70%	419,63	12	175	2	2	0	0	0	0	4	179	20	30.800	704	31.504	73,40	1,68	75,08	
10	dez/15	1,52%	15,22%	419,63	12	104	2	2	0	0	0	0	4	108	16	14.643	563	15.206	34,90	1,34	36,24	

Fonte: elaborado pelo autor.

A Figura 21 apresenta um exemplo do gráfico de análise do IGP para o empreendimento acima.

Figura 21 – Gráfico de acompanhamento mensal do IGP



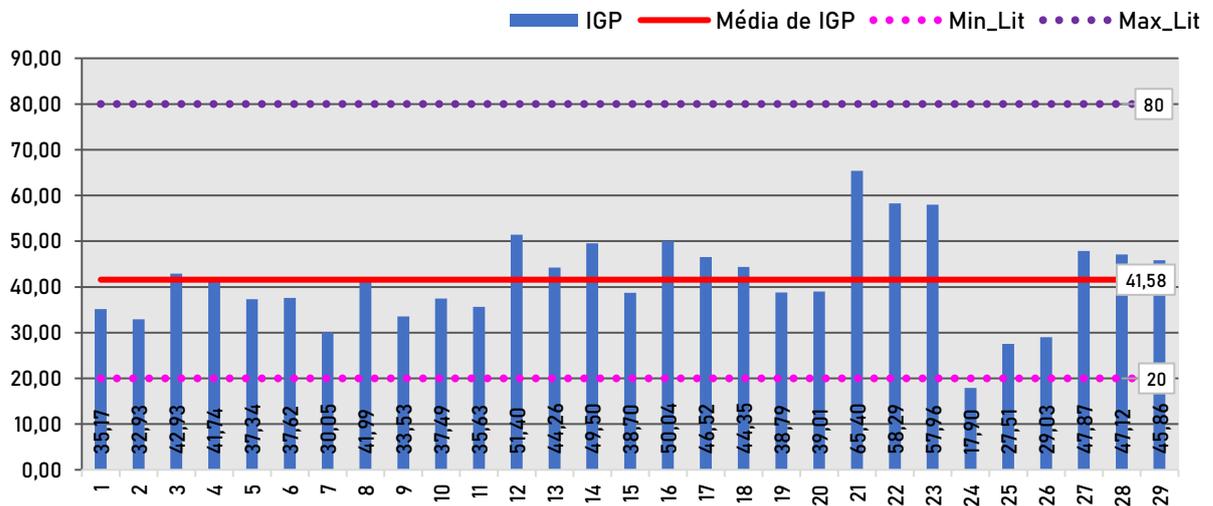
Fonte: elaborado pelo autor.

Verifica-se, assim, que a média do indicador de produtividade está em torno de 20 a 90 Hh/m<sup>2</sup>, confirmando os resultados encontrados no estudo de Souza (2006). Nota-se uma tendência de aumento do indicador nos meses iniciais da obra, o que justifica a presença de mais mão de obra para as etapas de estrutura e alvenaria.

Tendo em vista que cada obra possui um gráfico como o acima apresentado e, assim, cada empreendimento possui um índice de produtividade global próprio, é possível fazer a comparação com demais empresas que mensuram o índice e, inclusive, comparar com a literatura.

Assim, a Figura 22 apresenta um comparativo dos índices de 27 obras já concluídas.

Figura 22 - Gráfico de comparação média de IGP

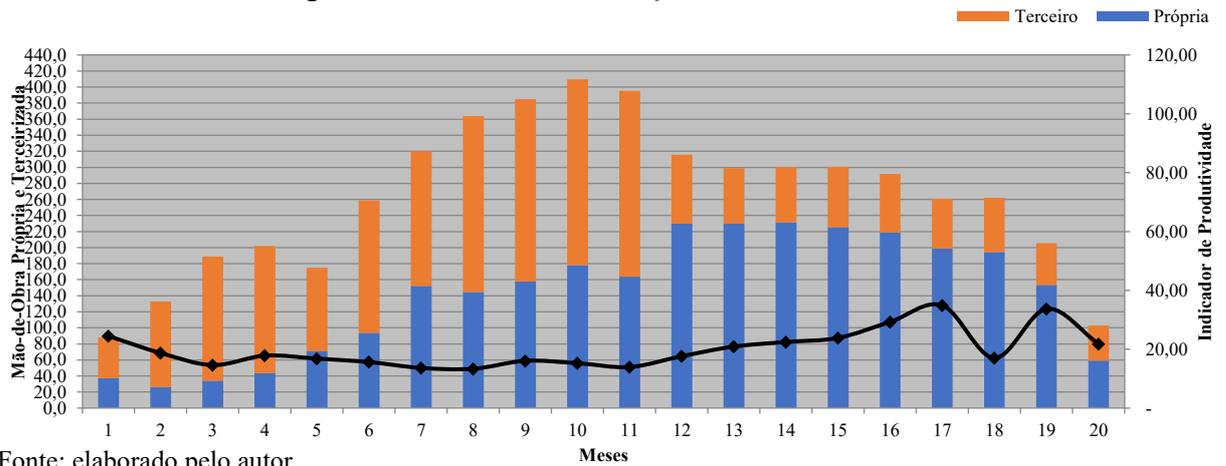


Fonte: elaborado pelo autor.

Verifica-se uma média de 41 Hh/m<sup>2</sup>, representada pela linha em vermelho. Esse valor está dentro dos limites já encontrados nos trabalhos anteriores de Souza (2006) e representados pelas linhas na cor rosa (20 Hh/m<sup>2</sup>, como sendo “Min\_Lit”, que significa o índice mínimo encontrado na literatura) e na cor roxa (80 Hh/m<sup>2</sup>, como sendo “Max\_Lit”, que significa o índice máximo encontrado na literatura).

Nota-se, no entanto, que algumas obras apresentam uma diferença mais significativa, como é o caso das obras 21, 22 e 23. Estes empreendimentos precisam de uma análise específica, a fim de verificar quais motivos levaram a possuir um índice tão alto. Por outro lado, apenas 1 obra apresentou um valor abaixo de 20 Hh/m<sup>2</sup>, a obra 24. Sua representação está na Figura 23.

Figura 23 – Gráfico de evolução do IGP da Obra 24

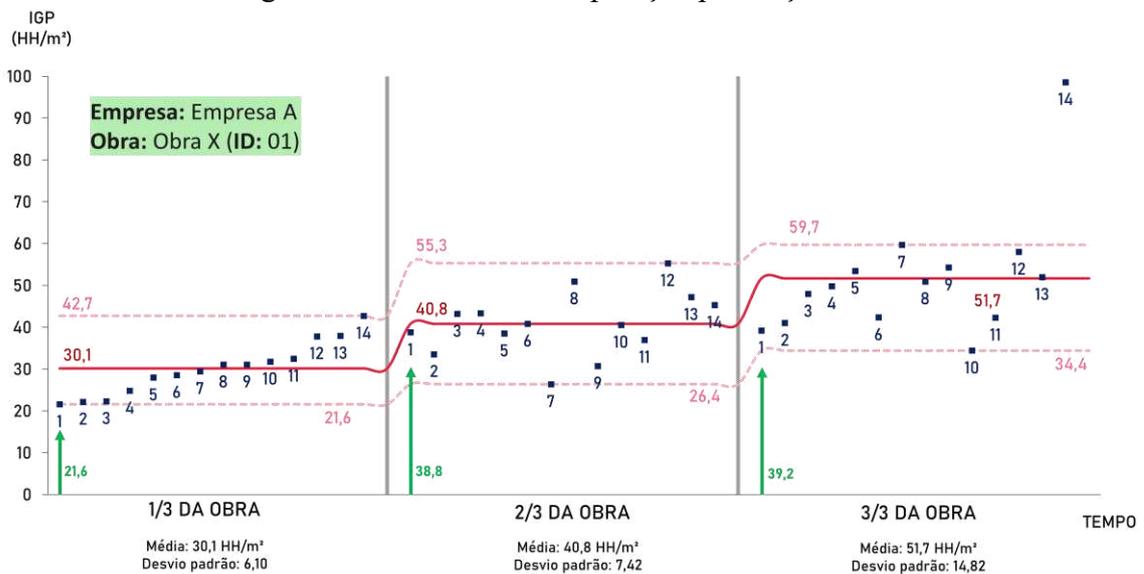


Fonte: elaborado pelo autor.

A Obra 24, retratada na Figura 23, é um empreendimento do tipo residencial voltado ao padrão Minha Casa, Minha Vida (na época de sua construção, esse era o programa que a financiou). Assim, os baixos índices de IGP, avaliados como bom para o indicador, são decorrentes de uma área total construída de 56.847,63 m<sup>2</sup> e um total de 1.017.813,94 Hh. Os avanços mensais indicam uma alta mobilização de mão de obra para execução uma grande área construída, o que resultou em um indicador mais baixo (17,9 Hh/m<sup>2</sup>).

Por fim, o modelo fornece um parâmetro de comparação no tempo da obra, conforme é apresentado na Figura 24. Note-se que se considerou a Obra 1 como referência para elucidar a análise que se pode realizar, cujos valores foram destacados em verde com uma seta para cima.

Figura 24 – Gráfico de comparação por terço da obra



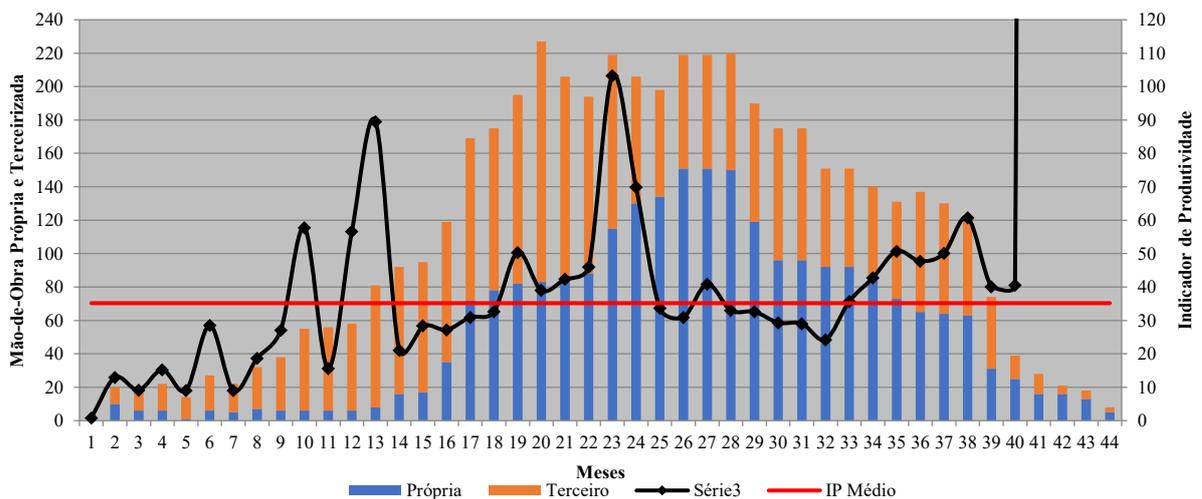
Fonte: elaborado pelo autor.

A obra em análise é um residencial de alto padrão, construído em área nobre da cidade de Fortaleza, Ceará. São 02 torres com 20 pavimentos-tipo e 154 apartamentos no total. Cada apartamento conta com 74,05m<sup>2</sup> de área construída e com 02 vagas de garagem. A área de lazer soma mais de 4.000m<sup>2</sup>, na qual se inclui piscina e espaços verdes. As constatações abaixo foram relatadas pelo engenheiro civil e gestor da empresa, na época da coleta dos presentes dados.

Inicialmente, da análise do gráfico da Figura 24, depreende-se como a obra está em relação às demais. Isto significa, para a obra em análise, que ela esteve com bom índice global de produtividade no primeiro terço da obra, sendo o menor valor coletado. Porém, no segundo e terceiro terços passou a ficar mais próximo à média da produtividade com relação às outras obras. Essa é uma tendência apresentada nas obras coletadas, conforme pode-se conferir no Apêndice D, e, conforme o gestor da obra, é uma normalidade dentro das obras dessa empresa, o que pode ser explicado pelo modelo de construção adotado, a qual será verificado a seguir.

A Figura 25 apresenta o IGP mensal da obra em questão. Esse gráfico apresenta a evolução do IGP, mostrando que, no primeiro terço da obra, conforme relatado a seguir, a obra apresenta um baixo índice, o qual vai aumentando com o decurso da maior construção de área e consequente mobilização de mais mão de obra.

Figura 25– Gráfico de dados da Obra X, Empresa A



Fonte: elaborado pelo autor.

A partir da Figura 25, em consonância com o relatado pelo gestor da obra, ressaltase que os primeiros 15 meses da obra em análise compreenderam as atividades de fundação e elevação da estrutura, que consumiu grande quantidade de mão de obra terceirizada

especializada. Esses dados podem ser verificados na Figura 26 que segue, um recorte da planilha preenchida com os dados da obra.

Figura 26– Recorde da planilha de dados da Obra X, Empresa A

Mês	Realizado		Área Construída 25246,21	Mão-de-obra				Dias Trabalhados	Horas Trabalhadas			IP (HH/m <sup>2</sup> )			
	Mês	Acumulado		Própria	Produção	Terceiro	Produção		Total	Própria	Terceiro	Total	Própria	Terceiro	Total
1	1,72%	1,72%	435,17	1	2		2	20	352,00	-	352,00	0,81	-	0,81	35,17
2	1,24%	2,96%	313,33	2	10		10	20	2.024,00	2.024,00	4.048,00	6,46	6,46	12,92	35,17
3	1,37%	4,34%	346,40	5	6		12	18	1.056,00	2.112,00	3.168,00	3,05	6,10	9,15	35,17
4	1,11%	5,45%	279,93	5	6		16	22	1.161,60	3.097,60	4.259,20	4,15	11,07	15,22	35,17
5	1,24%	6,68%	312,62	7	1		13	14	202,40	2.631,20	2.833,60	0,65	8,42	9,06	35,17
6	0,66%	7,34%	166,47	8	6		21	27	1.056,00	3.696,00	4.752,00	6,34	22,20	28,55	35,17
7	1,36%	8,70%	343,15	8	5		17	22	704,00	2.393,60	3.097,60	2,05	6,98	9,03	35,17
8	1,19%	9,90%	301,62	5	7		25	32	1.232,00	4.400,00	5.632,00	4,08	14,59	18,67	35,17
9	0,98%	10,87%	246,71	6	6		32	38	1.056,00	5.632,00	6.688,00	4,28	22,83	27,11	35,17
10	0,70%	11,57%	175,97	6	6		49	55	1.108,80	9.055,20	10.164,00	6,30	51,46	57,76	35,17
11	2,62%	14,19%	662,13	6	6		50	56	1.108,80	9.240,00	10.348,80	1,67	13,95	15,63	35,17
12	0,71%	14,91%	180,21	6	6		52	58	1.056,00	9.152,00	10.208,00	5,86	50,79	56,65	35,17
13	0,69%	15,60%	175,18	6	8		73	81	1.548,80	14.132,80	15.681,60	8,84	80,67	89,52	35,17
14	3,50%	19,10%	883,09	6	16		76	92	3.238,40	15.382,40	18.620,80	3,67	17,42	21,09	35,17
15	2,45%	21,55%	617,88	6	17		78	95	3.141,60	14.414,40	17.556,00	5,08	23,33	28,41	35,17

Fonte: elaborado pelo autor.

Nos 15 meses seguintes, que correspondem ao segundo terço da obra, foram executadas as seguintes atividades: elevação das alvenarias, instalações elétricas e sanitárias, impermeabilizações e início de pinturas e de revestimentos, momento em que pode ser notada uma grande mobilização de mão de obra. A Figura 27 representa esses dados corroborados pelo gestor da obra, onde pode ser observado o emprego de um montante superior a 540 mil Hh.

Figura 27– Recorde da planilha de dados da Obra X, Empresa A

Mês	Realizado		Área Construída 25246,21	Mão-de-obra				Dias Trabalhados	Horas Trabalhadas			IP (HH/m <sup>2</sup> )				
	Mês	Acumulado		Própria	Produção	Terceiro	Produção		Total	Própria	Terceiro	Total	Própria	Terceiro	Total	IP Médio
16	3,20%	24,75%	808,51	8	35		84	119	21	6.468,00	15.523,20	21.991,20	8,00	19,20	27,20	35,17
17	4,00%	28,75%	1.009,02	10	72		97	169	21	13.305,60	17.925,60	31.231,20	13,19	17,77	30,95	35,17
18	3,74%	32,48%	943,78	10	78		97	175	20	13.728,00	17.072,00	30.800,00	14,55	18,09	32,63	35,17
19	2,97%	35,45%	749,84	10	82		113	195	22	15.875,20	21.876,80	37.752,00	21,17	29,18	50,35	35,17
20	4,06%	39,51%	1.024,26	11	83		144	227	20	14.608,00	25.344,00	39.952,00	14,26	24,74	39,01	35,17
21	3,39%	42,90%	855,37	11	86		120	206	20	15.136,00	21.120,00	36.256,00	17,70	24,69	42,39	35,17
22	3,38%	46,28%	853,75	13	88		106	194	23	17.811,20	21.454,40	39.265,60	20,86	25,13	45,99	35,17
23	1,48%	47,76%	373,21	13	115		104	219	20	20.240,00	18.304,00	38.544,00	54,23	49,04	103,28	35,17
24	2,26%	50,02%	570,56	14	130		76	206	22	25.168,00	14.713,60	39.881,60	44,11	25,79	69,90	35,17
25	4,50%	54,52%	1.136,08	14	134		64	198	22	25.942,40	12.390,40	38.332,80	22,84	10,91	33,74	35,17
26	5,18%	59,70%	1.307,75	14	151	11	68	219	21	27.904,80	12.566,40	40.471,20	21,34	9,61	30,95	35,17
27	4,11%	63,81%	1.037,62	14	151	11	68	219	22	29.233,60	13.164,80	42.398,40	28,17	12,69	40,86	35,17
28	4,88%	68,69%	1.232,02	13	150	11	70	220	21	27.720,00	12.936,00	40.656,00	22,50	10,50	33,00	35,17
29	4,06%	72,75%	1.025,00	14	119	11	71	190	20	20.944,00	12.496,00	33.440,00	20,43	12,19	32,62	35,17
30	4,16%	76,91%	1.050,24	14	96	11	79	175	20	16.896,00	13.904,00	30.800,00	16,09	13,24	29,33	35,17

Fonte: elaborado pelo autor.

O maior IGP observado se deu nesse período e pode ser resultado de uma grande quantidade de mão de obra utilizada em serviços de baixo custo, ou seja, que geram pouco avanço físico-financeiro e, por consequência, baixa área construída computada. Tal fato foi relatado pelo gestor, mas também verificado nas reuniões do GT Gestão, quando das discussões sobre os diversos resultados obtidos. Assim, foram computados 38.544 Hh com uma medição de 1,48% que representa na metodologia uma área construída de 373,21 m<sup>2</sup>, e, portanto, um IGP de 103,28

Hh/m<sup>2</sup>. Conforme o gestor, esse comportamento também se verifica nas demais obras da empresa.

Já nos últimos 15 meses, correspondentes ao último terço da obra, as atividades principais foram o forro, pintura e acabamentos. Os dados são apresentados na Figura 28.

Figura 28– Recorde da planilha de dados da Obra X, Empresa A

Mês	Realizado		Área Construída 25246,21	Mão-de-obra					Dias Trabalhados	Horas Trabalhadas			IP (HH/m <sup>2</sup> )			
	Mês	Acumulado		Própria	Terceiro	Total	Própria	Terceiro		Total	Própria	Terceiro	Total	IP Médio		
31	4,62%	81,53%	1.166,37	14	96	11	79	175	22	18.585,60	15.294,40	33.880,00	15,93	13,11	29,05	35,17
32	4,56%	86,09%	1.151,23	14	92	11	59	151	21	17.001,60	10.903,20	27.904,80	14,77	9,47	24,24	35,17
33	2,95%	89,04%	744,76	12	92	11	59	151	20	16.192,00	10.384,00	26.576,00	21,74	13,94	35,68	35,17
34	2,51%	91,55%	633,68	11	84	7	56	140	22	16.262,40	10.841,60	27.104,00	25,66	17,11	42,77	35,17
35	1,71%	93,26%	431,71	10	73	7	58	131	19	12.205,60	9.697,60	21.903,20	28,27	22,46	50,74	35,17
36	2,20%	95,46%	555,42	10	65	7	72	137	22	12.584,00	13.939,20	26.523,20	22,66	25,10	47,75	35,17
37	1,99%	97,45%	502,40	10	64	5	66	130	22	12.390,40	12.777,60	25.168,00	24,66	25,43	50,10	35,17
38	0,49%	97,94%	123,71	10	63	4	59	122	7	3.880,80	3.634,40	7.515,20	31,37	29,38	60,75	35,17
39	1,35%	99,29%	340,82	8	31	2	43	74	21	5.728,80	7.946,40	13.675,20	16,81	23,32	40,12	35,17
40	0,67%	99,96%	169,15	3	25	2	14	39	20	4.400,00	2.464,00	6.864,00	26,01	14,57	40,58	35,17
41	0,01%	99,97%	2,52	4	16	2	12	28	21	2.956,80	2.217,60	5.174,40	1.171,19	878,39	2.049,57	35,17
42	0,01%	99,98%	2,52	4	16	0	5	21	20	2.816,00	880,00	3.696,00	1.115,41	348,57	1.463,98	35,17
43	0,01%	99,99%	2,52	2	13	0	5	18	11	1.258,40	484,00	1.742,40	498,45	191,71	690,16	35,17
44	0,01%	100,00%	2,52	2	5	0	3	8	14	616,00	369,60	985,60	244,00	146,40	390,40	35,17

Fonte: elaborado pelo autor.

A ressalva nessa etapa é quanto à distorção do IGP, que apresenta uma elevação sem precedentes, superando 120 Hh/m<sup>2</sup> e pode ser explicada da mesma forma do IGP para o mês 23 anteriormente mencionado. De acordo com os especialistas, os engenheiros que participaram das reuniões do GT Gestão, as atividades de acabamento consomem grande quantidade de homens-hora e geram baixo percentual de medição devido ao seu peso relativo no orçamento da obra. Desta forma, o fator área torna-se pequeno e faz com que o IGP seja majorado.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho surge em um contexto de crescente demanda por melhorias na gestão da produtividade na construção civil. Este setor é caracterizado por grandes variações nos índices de eficiência e uma baixa capacidade de gerar indicadores padronizados e aplicáveis de forma consistente. Assim, a presente pesquisa não apenas reflete sobre os desafios enfrentados pelo setor, mas também propõe uma solução inovadora para a medição de produtividade de forma global, sendo uma importante contribuição à área, ao permitir a continuidade e a evolução dos estudos realizados anteriormente por Rocha (2018) e Soares (2016).

Enquanto os trabalhos anteriores focavam em abordagens específicas da produtividade de determinados serviços ou etapas construtivas (como revestimentos, alvenaria, e controle de mão de obra), este trabalho se diferencia por sugerir um índice global de produtividade que abrange o empreendimento como um todo. A lacuna percebida em trabalhos anteriores são, em linhas gerais, a ausência de uma metodologia que integre todos os processos construtivos sob uma única métrica, oferecendo uma visão geral do desempenho produtivo desde o início até a conclusão das obras.

A partir das ferramentas propostas, visa-se garantir a precisão e aplicabilidade do índice em diversos contextos e tipos de construção. A coleta de dados é realizada de maneira contínua, mensurando a produtividade de diferentes equipes e processos dentro do canteiro de obras, mas também incluindo elementos externos que influenciam diretamente no desempenho, como condições econômicas, características regionais e diferentes escalas de operação das empresas.

Este modelo foi preparado de forma a permitir não apenas a medição de produtividade em obras concluídas, mas também a análise de obras em andamento, o que permite uma gestão proativa e a identificação de problemas de produtividade durante o curso do empreendimento. Isso é crucial para a melhoria contínua dos processos e para a geração de informações valiosas que podem ser utilizadas em futuros projetos, elevando a qualidade do planejamento e execução na construção civil.

Ao propor um modelo que facilita a comunicação e análise dos índices de produtividade, este trabalho oferece às empresas uma ferramenta que pode melhorar, significativamente, a gestão de recursos, reduzir desperdícios, aumentar a eficiência e, conseqüentemente, melhorar os resultados financeiros. O índice global proposto também contribui para uma padronização na medição de produtividade, o que pode incentivar *benchmarking* e a adoção de melhores práticas em todo o setor.

O objetivo geral deste trabalho foi alcançado na medida em que se desenvolveu um modelo de medição e comunicação de produtividade global de mão de obra para empreendimentos imobiliários. Além disso, consolidou-se regras e normas para o cálculo dessa medição, com base nos índices de Homem-Hora e área construída. A análise dos indicadores de produtividade em obras concluídas demonstrou a viabilidade prática do modelo, confirmando o pressuposto inicial de que ele permitiria um melhor entendimento das escolhas tecnológicas das empresas e facilitando a medição da produtividade.

A principal contribuição teórica deste trabalho reside no conceito de produtividade global da mão de obra em obras de construção civil. A produtividade global, nesse contexto, é definida como a relação entre a produção bruta de construção (quantidade construída em metros quadrados, coletada mensalmente) e a quantidade de trabalho em horas da mão de obra de campo (custo direto da produção).

A pesquisa foi realizada em parceria com o Grupo de Trabalho (GT) de Gestão do Inovacon (Sinduscon-Ce), o que influenciou algumas decisões e escolhas durante o processo de desenvolvimento. A participação do GT, com seus engenheiros membros, foi crucial para a validação do modelo, com meses de debates e análises de diversos fatores.

A princípio, o modelo apresenta-se de forma simples e eficaz o suficiente para ser implementado nas empresas, pois os principais dados de entrada são fáceis de coletar (avanço físico e horas trabalhadas). Porém, notou-se, a partir dos testes realizados e do aprofundamento na literatura, que o artefato preliminar possui alguns pontos de possível criticidade:

- a) a escolha do avanço físico como dado de entrada para medição de produtividade pode se justificar para dados técnicos, porém, a fim de validar por dados científicos, o uso dessa técnica é falha, conforme apontam Cândido, Heineck e Barros Neto (2014);
- b) a adoção da hora de trabalho padrão como sendo um dia de trabalho correspondente a 8,8 horas (44 horas semanais) pode ser inexata, uma vez que nos dias de sexta-feira e vésperas de feriados é comum trabalhar-se 1 hora a menos, logo pode interferir em quem é mais ou menos produtivo.

É importante elucidar, todavia, que o presente trabalho se destinou a pesquisar acerca do índice global, o qual respalda a desconsideração de itens mais aprofundados, como aquele denotado no item “b” anterior, dado que este é um fator mais voltado à pesquisa de um índice de produtividade mais específico. Portanto, a opção por pontuar as informações acima é de caráter sugestivo para as próximas pesquisas no tema.

No âmbito prático, verificou-se dificuldade para a coleta de dados na forma de envio mensal, por *e-mail*, das informações necessários para construção dos indicadores. Para isso, o GT sugeriu a criação de um formulário eletrônico e mais automatizado possível, a fim de evitar grandes desgastes no preenchimento das ferramentas de coleta de dados. A criação desse formulário online, todavia, não surtiu o efeito esperado, pois todos os responsáveis pelo envio dos dados pertinentes ao IGP continuaram a enviar essas informações em planilhas elaboradas internamente pela empresa.

Quanto a isso, convém salientar que é um ponto positivo, de maneira geral, pois notou-se o engajamento das empresas por estabelecerem sua própria cultura de medição de IGP. A dificuldade aparente desse arranjo, no entanto, reside, como uma das razões, na não padronização da forma de coleta de dados, a qual resultou em divergências no tratamento dos mesmos.

O responsável pela coleta de dados, de maneira inicial, é a própria empresa, mais especificamente a sala técnica ou quem responsável pela atividade. Notou-se que ainda há dificuldade para compreender o modelo e, dessa forma, algumas informações dos formulários mensais de envio de dados das obras em andamento foram enviadas com ausência de informações ou com dados errados. Para isso, sugeriu-se a criação de um manual didático de preenchimento dos formulários. Esse manual, todavia, foi descontinuado, pois, devido às características não padronizadas da coleta nas empresas, viu-se que não era necessário elaborar tal instrumento, sendo, portanto, o documento de instruções suficiente para o entendimento. Esse documento foi elaborado em conjunto com os membros do GT Gestão e encontra-se no Apêndice E.

Por fim, salienta-se que, esta pesquisa, iniciada no GT Gestão do INOVACON, e tomando como continuidade a base dados de construção de empresas cearenses, destinou-se a propor um método para medição de produtividade. A partir deste trabalho, espera-se, sobretudo, que a proposição de uma metodologia de obtenção, cálculo e divulgação de um índice global de produtividade global para empreendimentos de construção civil traduza melhores investimentos em medição de desempenho na construção civil.

Observou-se como principal dificuldade a coleta de dados, pois não houve fidelidade no envio dos dados conforme solicitado. Dessa forma, chegam à base de dados muitas informações divergentes do padrão. Somam-se às oportunidades de melhorias as dificuldades para entrevistar os gestores, cuja razão é desconhecida.

Por fim, as sugestões para trabalhos futuros são:

- a) ampliação do escopo de aplicação da pesquisa para outros tipos de obra, como comerciais;
- b) inclusão de indicadores de construtibilidade para complementar a análise do indicador propostos;
- c) inclusão de indicadores de custos para comparar a evolução custos x produtividade;
- d) firmar parceria com interfaces como INFORMAKON e AGILEAN, para consolidar mais dados e corroborar as percepções;
- e) otimizar os parâmetros de coleta de dados, a fim de favorecer o recebimento dessas informações.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Fábila Kamilly G. de; PINHO, Suenne Andressa C.; LORDSLEEM JR., Alberto Casado. Perdas e produtividade da mão-de-obra na concretagem de edifícios. *In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 14., 2012, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: ANTAC, 2012, p. 1242-1246.
- ARAÚJO, Luís Otávio Cocito de. **Método para a proposição de diretrizes para melhoria da produtividade da mão de obra na produção de armaduras**. 2005. 515p. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- BALARINE, Oscar Fernando Osorio. O controle de projetos através dos conceitos de desempenho real (earned value). **PRODUÇÃO**, v. 10, n. 2, 2001.
- BARBOSA, F. *et al.* **Reinventing Construction: a route to higher productivity**. Houston: McKinsey Global Institute, 2017.
- BARRETO, Aerson Moreira. **Aplicação da análise envoltória de dados (DEA) na avaliação da eficiência de ações gerenciais para redução de desperdícios em obras de construção civil**. 2010. 156 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.
- BEZERRA, Bruna Rafaella Sales Claudino. **Um modelo baseado em análise envoltória de dados para avaliação da eficiência, da relação de representatividade e prestígio dos periódicos da base SCImago e Qualis/CAPES por área**. 2016. 83 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2016.
- BORGES, Ana Verônica Gonçalves. **Proposta de um sistema de indicadores de desempenho para a prática de benchmarking para a construção civil cearense**. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.
- BOURNE, Mike *et al.* Performance measurement and management: a system of systems perspective. **International Journal of Production Research**, DOI: 10.1080/00207543.2017.1404159.
- BRANDSTETTER, Maria Carolina Gomes de Oliveira; RODRIGUES, Guilherme de Lima. Medições de desempenho da mão de obra em serviços de construção – alternativas para mensuração. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 34., 2014, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ABEPRO, 2014.
- CALDAS, Carlos H. *et al.* Method to assess the level of implementation of productivity practices on industrial projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 141, n. 1, 2015.
- Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC). **A produtividade da construção civil brasileira**. Brasília, DF: CBIC, 2012.

- 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**, Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 189-208, abr./jun. 2016.
- CÂNDIDO, L. F.; CARNEIRO, J. Q.; HEINECK, L. F. M. Análise da aplicação da técnica de gerenciamento do valor agregado (EVM) em projetos de construção enxuta. **Revista Produção Online**, v. 16, n. 3, p. 947, 15 set. 2016.
- CÂNDIDO, Luís Felipe. **Análise de sistemas de medição de desempenho na construção civil: oportunidades de melhoria a partir da literatura e da experiência de construtoras cearenses**. 2015. 199 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.
- CÂNDIDO, Luis Felipe; HEINECK, Luiz Fernando Mählmann; BARROS NETO, José de Paula. Critical analysis of earned value management (EVM) technique in building construction. *In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 22., 2014, Oslo. **Proceedings...** Norway: IGLC, 2014.
- CARVALHO, João Victor; MOURA, José de; ANDRADE, Artemária. Análise de indicadores de produtividade subsidiando a redução de custos no serviço de alvenaria. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO*, 8., 2013, Salvador. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2013.
- CASAROTTO, Rosangela Mauzer. **Análise das curvas de agregação de recursos de pequenos edifícios em Florianópolis, Santa Catarina**. 1995. 104 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.
- CASTRO, Marcela Seixas Ferreira de; TEIXEIRA, Elton Pereira. Produtividade: utilização do Lean Manufacturing e desenvolvimento computacional Fuzzy, um estudo caso em um processo fabril do Pólo Industrial de Manaus – PIM. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 34., 2014, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ABEPRO, 2014.
- CELLARD, A. A análise documental. *In: POUPART, J. et al. (Orgs.). A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos*, 2010. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010. p. 295-316.
- CHARNES, A. COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, 1978.
- CHENG, Tao *et al.* Automated task-level activity analysis through fusion of real time location sensors and worker's thoracic posture data. **Automation in Construction**, v. 29, 2013.
- COLLIS, J.; HUSSEY, R. **Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação**. Tradução: Lucia Simonini. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- COOPER, Donald R.; SCHINDLER, Pamela s. **Métodos de pesquisa em administração**. 12. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens**. Tradução: Sandra Mallmann da Rosa. Revisão Técnica: Dirceu da Silva. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2014.

DE SORDI, J.O.; MEIRELES, M.; SANCHES, C. Design Science: uma abordagem inexplorada por pesquisadores brasileiros em gestão de sistemas de informação. In: ENCONTRO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 34, 2010, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPAD, 2010.

DRESCH, A. **Desenvolvimento científico em design Science para a engenharia de produção: formulações conceituais e análise empírica**. 2018. 268p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; ANTUNES JÚNIOR, José Antonio Valle. **Design Science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2020.

EL-GOHARY, Khaled Mahmoud; AZIZ, Remon Fayek. Factors Influencing Construction Labor Productivity in Egypt. **Journal Of Management In Engineering**, v. 30, n. 1, p.1-9, jan. 2014.

EL-GOHARY, Khaled Mahmoud; AZIZ, Remon Fayek; ABDEL-KHALEK, Hesham A. Engineering approach using ANN to improve na predict construction labor productivity under diferente influences. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 143, n. 8, p.1-10, 2017.

ERNST & YOUNG. **Estudo sobre produtividade na construção civil: desafios e tendências no brasil**. São Paulo: Ernst & Young, 2014.

FAGUNDES, Josejane Bueno; BRANDSTETTER, Maria Carolina G. Oliveira. Implantação de indicadores de produtividade para o serviço de alvenaria com blocos de concreto em edificações multipavimentos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 7., 2011, Belém. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2011.

FRANCO, J. V.; PICCHI, F. A. Qualidade na Gestão do Processo de Projeto: Avaliação do Grau de Utilização do Procedimento. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Maceió. **Anais...** Maceió: ENTAC, 2014.

FRANCO-SANTOS, M. et al. Towards a definition of a business performance measurement system. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 27, n. 8, 2007.

GEORGY, M. E.; CHANG, L.-M.; ZHANG, L. Utility-Function Model for Engineering Performance Assessment. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 131, n. 5, p. 558–568, 2005.

GHIDETTI, B. V.; NICO-RODRIGUES, E. A.; BONATTO, D. do A. M. Qualidade do ambiente interno (IEQ) e produtividade: uma breve revisão. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2020.

GHODRATI, Nariman; YIU, Tak Wing; WILKINSON, Suzanne; SHAHBAZPOUR, Mehdi. Role of management strategies in improving labor productivity in general construction projects in New Zealand: managerial perspective. **Journal of Management in Engineering**, v. 34, n. 6, 2018.

HERAVI, Gholamreza; ESLAMDOOST, Ehsan. Applying artificial neural networks for measuring and predicting construction-labor productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 141, n. 11, 2015.

HEVNER, A. R.; MARCH, S. T.; PARK, J.; RAM, S. Design Science in information systems research. **MIS QUARTELY**, v. 28, n. 1, 2004.

HORSTMAN, A.; WITTEVEEN, W. Performance Indicators in the Best Value Approach. **Advanced of Performance Information & Value**, v. 5, n. 2, p. 59–78, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Anual da Indústria da Construção**. PAIC, v. 27, p. 1-4, 2017.

JARKAS, Abdulaziz M.; BITAR, Camille G.. Factors Affecting Construction Labor Productivity in Kuwait. **Journal Of Construction Engineering And Management**, v. 138, n. 7, p.811-820, jul. 2012.

KERN, A. P.; SILVA, A.; KAZMIERCZAK, C. de S. O Processo de Implantação de Normas de Desempenho na Construção: um Comparativo entre a Espanha (CTE) e Brasil (NBR 15.575/2013). **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 89-101, jan./jun. 2014.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. 1992. Techniccal Repport 72. Center for Integrated Facility Engineering. Department of Civil Engineering. Stanford Univeristy, Stanford, 1992.

LANTELME, E. M. V. **Proposta de um sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil**. 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

LIMA, Mariana Monteiro Xavier de. **Metamodelo para integração de multidesempenhos em projeto de arquitetura**. 348 f. Tese (Doutorado em Arquitetura, Tecnologia e Cidade) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

LORENZI, L.S.; SILVA FILHO, L.C.P. Impacto da aplicação da ABNT 15575 para os projetos de edificações. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Maceió. **Anais...** Maceió: ENTAC, 2014.

LUKKA, K. The constructive research approach. In Ojala, L. & Hilmola, O.-P. (eds.) **Case study research in logistics**. Publications of the Turku School of Economics and Business Administration, Series B1: 2003, p.83-101.

MAGALHÃES, R. M.; MELLO, L. C. B. de B.; BANDEIRA, R. A. de M. Planejamento e controle de obras civis: estudo de caso múltiplo em construtoras no Rio de Janeiro. **Revista Gestão & Produção**, São Carlos, 2015.

- MARCHIORI, Fernanda Fernandes. **Estudo da produtividade e da descontinuidade no processo produtivo da construção civil: um estudo de caso para edifícios altos**. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.
- MARCON, Cintia Velho; MARCHIORI, Fernanda Fernandes. Produtividade da mão de obra na execução de revestimento cerâmico de piso: estudo de caso. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO*, 8., 2013, Salvador. **Anais...** SALVADOR: ANTAC, 2013.
- MASTERNAK-JANUS, A.; MASTERNAK, K. Data envelopment analysis models for the assessment of efficiency of sustainable forest management in Poland. **Folia Forestalia Polonica**, v. 61, n. 3, 2019.
- MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Pini, 2010.
- MEDORI, D.; STEEPLE, D. A framework for auditing and enhancing performance measurement systems. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 5, 2000.
- MELLO, L. C. B. de B. AMORIM, S. R. L. de. O subsetor de edificações da construção civil no Brasil: uma análise comparativa em relação à União Europeia e aos Estados Unidos. **Produção**, v.19, n.2, p.388-399, 2009.
- MELO, Roseneia *et al.* Produtividade da mão de obra na execução de estrutura em paredes de concreto. *In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 15., 2014, Maceió. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2014.
- MIKHAIL, Carol A.; SERAG, Engy. Quantifying the Delay from Lost Productivity. **Journal Of Legal Affairs And Dispute Resolution In Engineering And Construction**, v. 11, n. 4, p.050190051-0501900510, nov. 2019.
- NAOUM, Shamil George. Factors influencing labor productivity on construction sites. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 65, n. 3, 2016.
- NASIR, Hassan *et al.* An integrated productivity-practices implementation index for planning the execution of infrastructure projects. **Journal of Infrastructure Systems**, v. 22, n. 2, 2016.
- NASIR, Hassan. **Best productivity practices implementation index for infrastructure projects**. Tese (Ph.D. – Doctor of Philosophy) – University of Waterloo, Waterloo, ON, Canada, 2013.
- NAVA, G. A. *et al.* Implantação de Sistema de Gestão da Qualidade em Empresa da Construção Civil: Aspectos e Características. *In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia/Semana Oficial da Engenharia e da Agronomia*, 73., 2016, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: CONTECC/SOEA, 2016.
- NEELY, A. *et al.* Designing performance measures: a structured approach. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 17, n. 11, 1997.
- PALIARI, José Carlos. **Método para prognóstico da produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais: sistemas prediais hidráulicos**. V. 1, 321 f. Tese

(Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

PARK, H.; THOMAS, S.; TUCKER, R. Benchmarking of construction productivity. **J. Constr. Eng. Manage.**, 10.1061/(ASCE)0733-9364(2005)131:7(772), 772–778.

PIMENTA, Andre Alves; CORREA e SOUZA, Antonio A.; BAGNO, Raoni B. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 34., 2014, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ABEPRO, 2014.

PINHO, Suenne Andressa Correia. **Desenvolvimento de programa de indicadores de desempenho para tecnologias construtivas à base de cimento: perdas, consumo e produtividade.** 2013. 269 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2013.

REIS, Caio José Losada Reis *et al.* Elaboração de histograma de mão de obra a partir da teoria de curva de agregação de recursos. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 9., 2015, São Carlos. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2015.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: Métodos e Técnicas.** 3. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2011.

ROCHA, C.G.da. **A conceptual framework for defining customisation strategies in the house: building sector.** Porto Alegre, 2011. 222 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011

ROCHA, Paulo Henrique Gomes da. **Proposta de criação do índice de produtividade global para obras residenciais verticais.** 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

ROJAS, Eddy M.; ARAMVAREEKUL, Peerapong. Is construction labor productivity really declining? **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 129, n. 1, 2003.

ROMANO, Iury; NÓBREGA, Gustavo Curi; BRANDSTETTER, Maria Carolina G. Oliveira. Implantação de indicadores de produtividade do serviço de armação para melhoria do planejamento e controle de obra. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 7., 2011, Belém. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2011.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. del P. B. **Metodologia de pesquisa.** Tradução: Daisy Vaz de Moraes. Revisão Técnica: Ana Gracinda Queluz Garcia, Dirceu da Silva, Marcos Júlio. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTOS, Pedro Vieira Souza. **Avaliação do desempenho de pequenas e médias empresas do APL do gesso pernambucano: uma análise integrada do Balanced Scorecard com o Data Envelopment Analysis.** 2019. 124 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, Pernambuco, 2019.

SHAN, Yongwei *et al.* Statistical analysis of the effectiveness of management programs in improving construction labor productivity on large industrial projects. **Journal of Management in Engineering**, v. 32, n. 1, 2016.

SHAN, Yongwei; ZHAI, Dong; GOODRUM, Paul M. HAAS, Carl T.; CALDAS, Carlos H. Statistical analysis of the effectiveness of management programs in improving construction labor productivity on large industrial projects. **Journal of Management in Engineering**, v. 32, n. 1, 2016.

SHEHATA, Mostafa E.; EL-GOHARY, Khaled M. Towards improving construction labor productivity and projects' performance.

SINKLE, D. S.; TUTTLE, T. C. **Planejamento e medição para performance**. Rio de Janeiro, RJ: Qualitymark, 1993.

SLACK, Nigel *et al.* **Administração da produção**. 1. ed. - 10. reimpr. São Paulo: Atlas, 2006.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 8. Ed. São Paulo: Atlas, 2018.

SOARES, G. N. **Proposição de um modelo de Gestão Da Produtividade e Retroalimentação Orçamentária**. 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Fortaleza, 2016.

SONG, M.; AN, Q.; ZHANG, W.; WANG, Z.; WU, J. Environmental efficiency evaluation based on Data Envelopment Analysis: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, 2012.

SOUSA, Domingos Sávio Viana de. **Diretrizes para uso de indicadores de desempenho em empresas construtoras**. 2016. 153 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

SOUZA, Bruno Almeida *et al.* Análise dos indicadores PIB nacional e PIB da indústria da construção civil. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 17, n. 31, 2015.

SOUZA, Bruno; SANTOS, Débora. Contribuições do estudo dos tempos das atividades para reduzir perdas na construção. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Maceió. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2014.

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

THOMAS, H. Randolph. Benchmarking Construction Labor Productivity. **Practice Periodical On Structural Design And Construction**, [s.l.], v. 20, n. 4, p.040140481-0401404810, nov. 2015.

THOMAS, H. Randolph; MALONEY, William F.; HORNER, R. Malcolm W.; SMITH, Gary R.; HANDA, Vir K.; SANDERS, Steve R. Modeling construction labor productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 116, n. 4, dez. 1990.

- VAN AKEN, J. E. Apresentação 1. In: **Design Science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015. P. XI-XII.
- VEREEN, Stephanie C.; RASDORF, William; HUMMER, Joseph E.. Development and Comparative Analysis of Construction Industry Labor Productivity Metrics. **Journal Of Construction Engineering And Management**, [s.l.], v. 142, n. 7, p.040160201-0401602019, jul. 2016.
- VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 8. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2007.
- WEGELIUS-LEHTONEN, T. Performance measurement in construction logistics. **International Journal of Production Economics**, v. 69, n. 1, p. 107–116, 2001.
- YI, Wen; CHAN, Albert P. C. Critical Review of Labor Productivity Research in Construction Journals. **Journal of Management in Engineering**, v. 30, n. 2, 2014.

## APÊNDICE A - ROTEIRO DE ENTREVISTA



Universidade Federal do Ceará  
Centro de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil



**Pesquisa:** Proposta de metodologia para obtenção de índice global de produtividade em empreendimentos de construção civil

**Autor:** Francisco Wandisley Freitas Maciel

**Orientação:** José de Paula Barros Neto

### PROTOCOLO DE ENTREVISTA

**Objetivo:** essa entrevista tem a finalidade de coletar informações acerca do modelo de medição de produtividade global ora encaminhado nos meses anteriores, a fim de consolidar o artefato ou estabelecer melhorias no mesmo.

Resguarda-se o **sigilo por todas as informações aqui prestadas.**

*Tempo estimado de entrevista: 35 minutos.*

#### **1 Caracterização do respondente**

**Objetivo:** definir o respondente.

1. Qual a sua formação?
2. Há quanto tempo você atua na empresa?
3. Qual o seu envolvimento com o processo de medição de Produtividade Global nas obras?

#### **2 Definição do indicador de Produtividade Global**

**Objetivo:** definir o indicador no âmbito da empresa.

1. Há quanto tempo esse indicador é coletado pela empresa?
2. Qual a frequência de coleta desse indicador?
3. Foram definidos os responsáveis para coleta, para processamento e para análise do indicador?
4. Você acha importante trabalhar com o IGP? Por quê?
5. O que o mesmo pode contribuir para a melhoria da gestão da obra? Da empresa?
6. Quais são as dificuldades enfrentadas para a implantação deste indicador?
7. Quais são as sugestões para a melhoria deste processo de medição?

#### **3 Coleta e processamento dos dados – diretamente relacionado ao procedimento proposto**

**Objetivos:** identificar facilidades e dificuldades para a coleta e processamento do IGP e buscar oportunidades de melhoria no procedimento.

1. Existem procedimentos definidos para coleta e processamento do indicador de produtividade global?
2. Como os dados são processados e armazenados (manual ou computacional, tabelas de Excel ou ERP)? Quem é o responsável por essas atividades?
3. As pessoas responsáveis pela coleta e processamento dos dados foram treinadas? Como?
4. Existe alguma estratégia para incentivar as pessoas a coletar os dados? É necessário cobrar a coleta das informações desse indicador?
5. A coleta desse indicador foi alguma vez interrompida? Por quê?

6. Qual a principal dificuldade que a empresa tem para realizar a coleta e o processamento dos dados do indicador global de produtividade? Em sua opinião, o que poderia ser feito para eliminar essas dificuldades?
7. A empresa utiliza o modelo de formulário “Ficha de Acompanhamento Mensal” enviado pela pesquisa do INOVACON para coletar os dados? Quais as facilidades do modelo? Quais as dificuldades do modelo? Como eliminar essas dificuldades?
8. A empresa utiliza o modelo de formulário “Cadastro de Empreendimento” enviado pela pesquisa do INOVACON para coletar os dados? Quais as facilidades do modelo? Quais as dificuldades do modelo? Como eliminar essas dificuldades?
9. Qual o grau de dificuldade para informar o dado de “% de **avanço físico** do mês”? É possível otimizar a disponibilidade dessa informação? De que maneira?
10. Qual o grau de dificuldade para informar o dado de “horas trabalhadas no mês” de **mão de obra própria**? É possível otimizar a disponibilidade dessa informação? De que maneira?
11. Qual o grau de dificuldade para informar o dado de “horas trabalhadas no mês” de **mão de obra terceirizada**? É possível otimizar a disponibilidade dessa informação? De que maneira?
12. Qual o grau de dificuldade para informar o dado de “horas trabalhadas no mês” de **mão de obra por serviço**? É possível otimizar a disponibilidade dessa informação? De que maneira?
13. Em sua opinião, qual o grau de dificuldade para cálculo do indicador?

#### **4 Gerenciamento da informação**

*Objetivo: identificar a oportunidade de incluir ferramenta de comunicação de resultados no procedimento.*

1. A empresa comunica os resultados do indicador às partes interessadas (parceiros, clientes, mão de obra)? De que forma?
2. Quais as dificuldades para gerenciar a informação? Em sua opinião, o que poderia ser feito para eliminar essas dificuldades?

*Objetivo: identificar correlação entre o procedimento proposto e outros itens (custos e prazos).*

1. Como a empresa utiliza as informações de produtividade global para medição de desempenho?
2. Em sua opinião, qual a relação desse indicador com os parâmetros de custo das obras?
3. Em sua opinião, qual a relação desse indicador com os parâmetros de prazo das obras?
4. Quais as dificuldades para avaliar esse indicador? Em sua opinião, o que poderia ser feito para eliminar essas dificuldades?

#### **5 Avaliação por construtos**

##### **Utilidade**

1. Esse modelo de medição de produtividade global proporciona a capacidade para comparar as obras da empresa? É possível notar, a partir desse indicador, desvios de produtividade?
2. Esse modelo de medição de produtividade global proporciona a capacidade para se ter mais assertividade no planejamento?
3. Esse modelo de medição de produtividade global proporciona o controle e o aprendizado das obras?
4. Esse modelo de medição de produtividade global interage com a gestão de custos?

**Facilidade**

1. Esse modelo de medição de produtividade global facilita a mediação de desempenho?

**Referências**

ANGELIM, Vanessa Lira. Proposta de modelo para apoio à realização do planejamento de médio prazo na construção civil. 2019. 178 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Fortaleza, 2019.

CÂNDIDO, Luís Felipe. **Análise de sistemas de medição de desempenho na construção civil: oportunidades de melhoria a partir da literatura e da experiência de construtoras cearenses.** 2015. 199 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

ROCHA, Paulo Henrique Gomes da. **Proposta de criação do índice de produtividade global para obras residenciais verticais.** 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

## APÊNDICE B - FICHA DE CADASTRO DO EMPREENDIMENTO

### INFORMAÇÕES PARA COLETA DO INDICADOR DE PRODUTIVIDADE GLOBAL - IGP

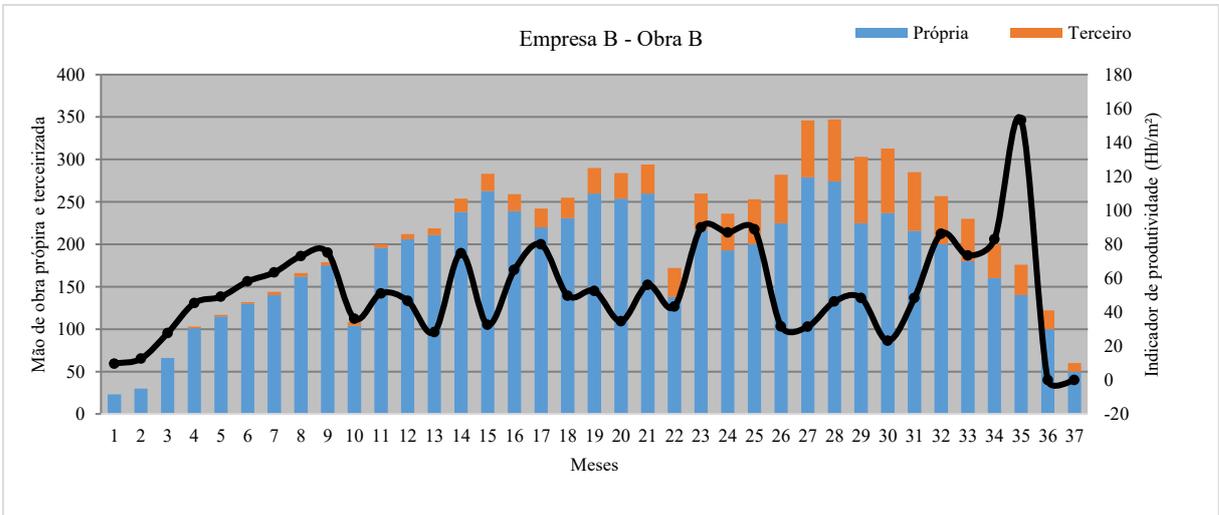
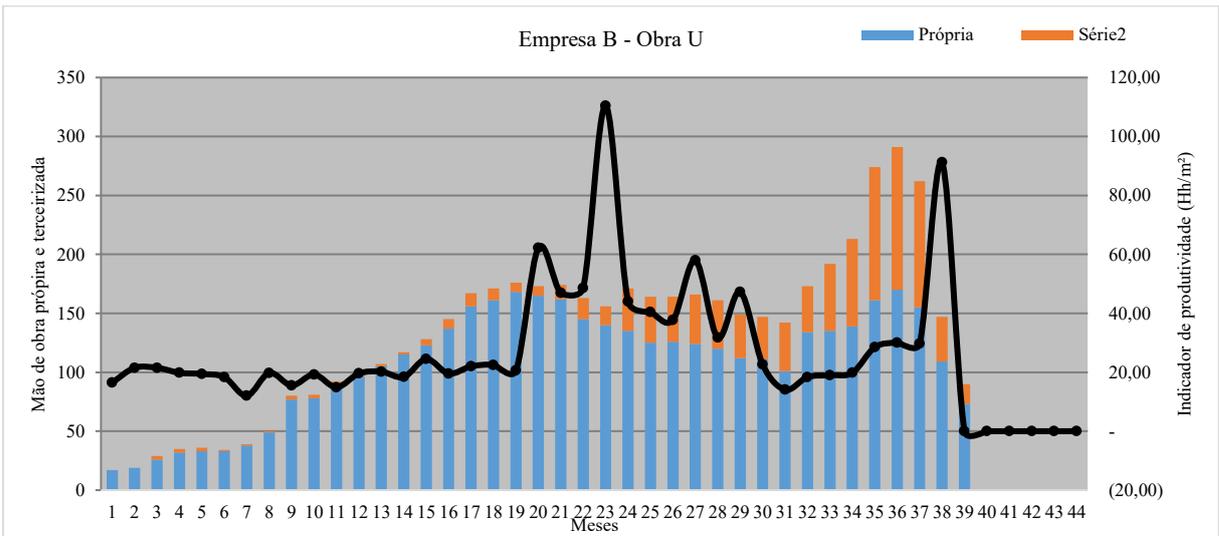
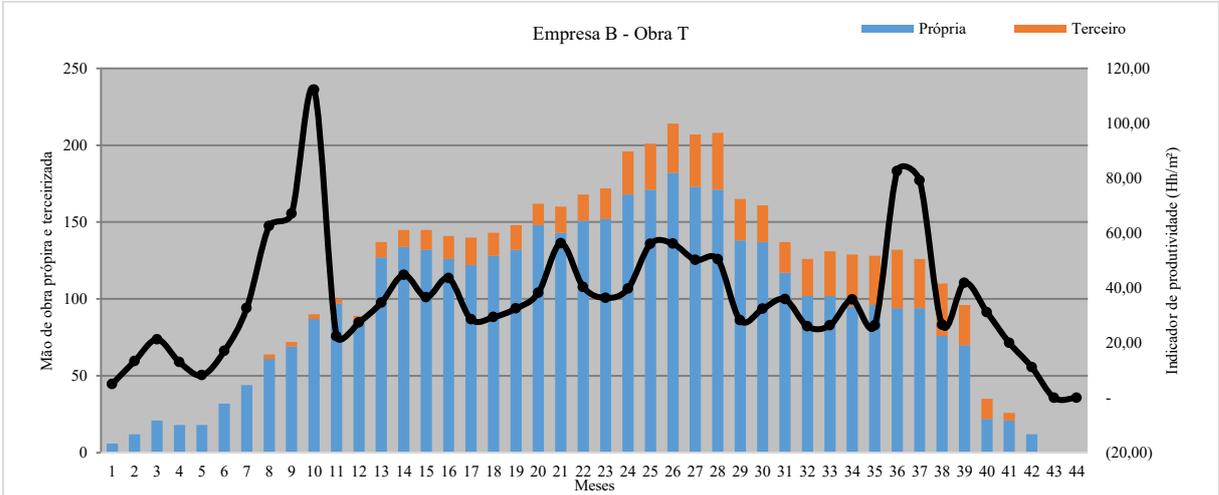
ITEM		CADASTRO DO EMPREENDIMENTO				
1	EMPRESA:					
2	NOME DO EMPREENDIMENTO:					
3	ENDEREÇO:					
4	BAIRRO:					
5	DURAÇÃO DA OBRA:					
6	ÁREA PRIVATIVA TOTAL:					
7	ÁREA CONSTRUÍDA TOTAL:					
8	PERFIL DA EDIFICAÇÃO (Ex: SS, Térreo, Lazer, 20 Tipos e Coberta):					
9	TAMANHO e QUANTIDADE DAS UNIDADE:	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?					
ITEM		TIPOLOGIAS CONSTRUTIVAS				
		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 Bidirecional	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 in loco	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		
23	FACHADA <i>(tipo que mais se repete)</i>	TIPO	Aderida	Não-Aderida		
		REVESTIMENTO	Cerâmica	Granito	Textura	
24	ESQUADRIAS <i>(Tipo que mais se repete)</i>	ESQUADRIAS (Portas)	Alumínio	PVC	Madeira	
		ESQUADRIAS (Janelas)	Alumínio	PVC	Madeira	
		Guarda-Corpo (Instalação)	Montantes	Frente Laje	Sistema Unitizado	
25	IMPERMEAB.	Áreas Molhadas: Varanda	Manta	Arg. Polimérica	Manta Líquida Elastomérica	Resina Termoplástica
		Áreas Molhadas: Box	Manta	Arg. Polimérica	Manta Líquida Elastomérica	Resina Termoplástica
		Áreas Molháveis: Wc	Manta	Arg. Polimérica	Manta Líquida Elastomérica	Resina Termoplástica
		Áreas Molháveis: Área de Serv	Manta	Arg. Polimérica	Manta Líquida Elastomérica	Resina Termoplástica
		Nº ÁREAS MOLHADAS (todas áreas molhadas dos ambient. da unidade)				
26	PINTURA	Tipo de Execução	Manual	Compressor		
27	FORRO		Gesso Placa	Gesso Acartonado	Revestimento de Gesso Sob Laje	
28	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	Água Fria				
		Água Quente				
		Nº Pontos da unidade que mais se repete (incluso, agua pra vaso, torneiras e chuveiros.				
29	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS (Nº de Pontos Elétrico, TV, Telefone = Quant. De Caixinhas na parede)					

**APÊNDICE C – FICHA DE ACOMPANHAMENTO MENSAL**  
**INDICADOR DE PRODUTIVIDADE GLOBAL - IGP**

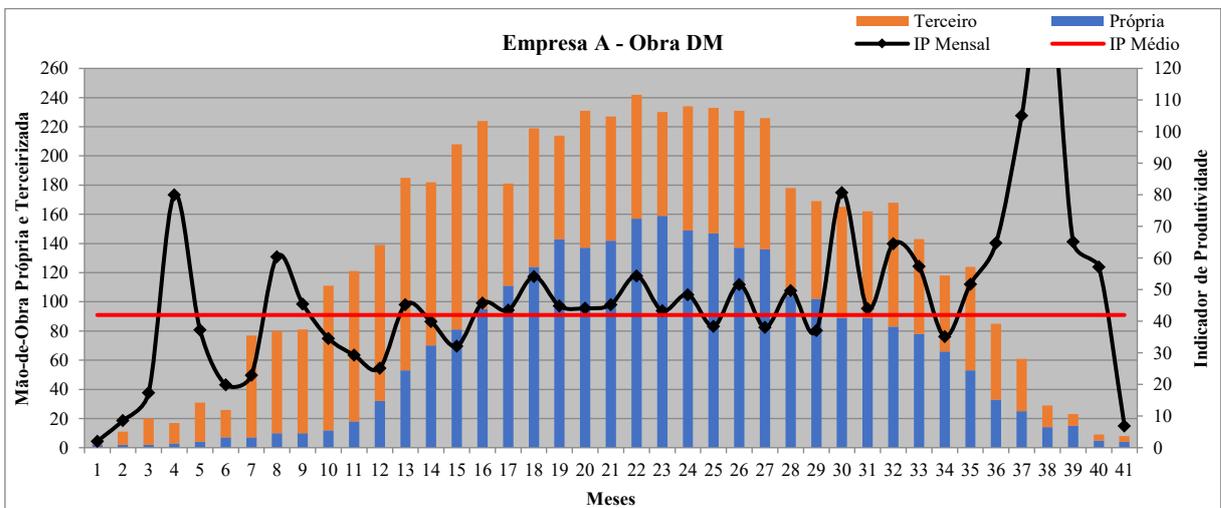
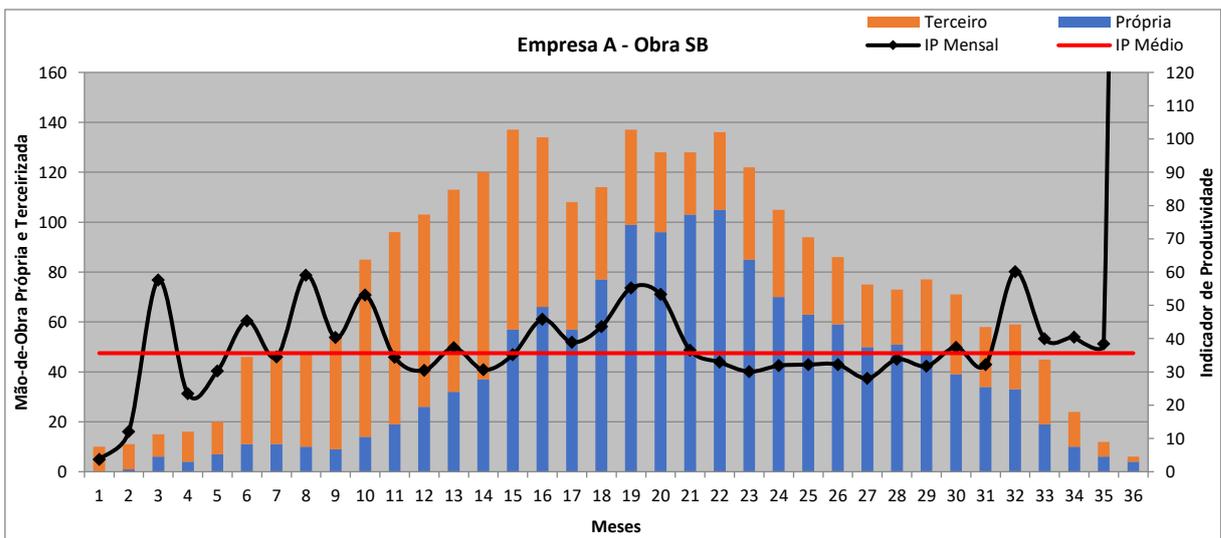
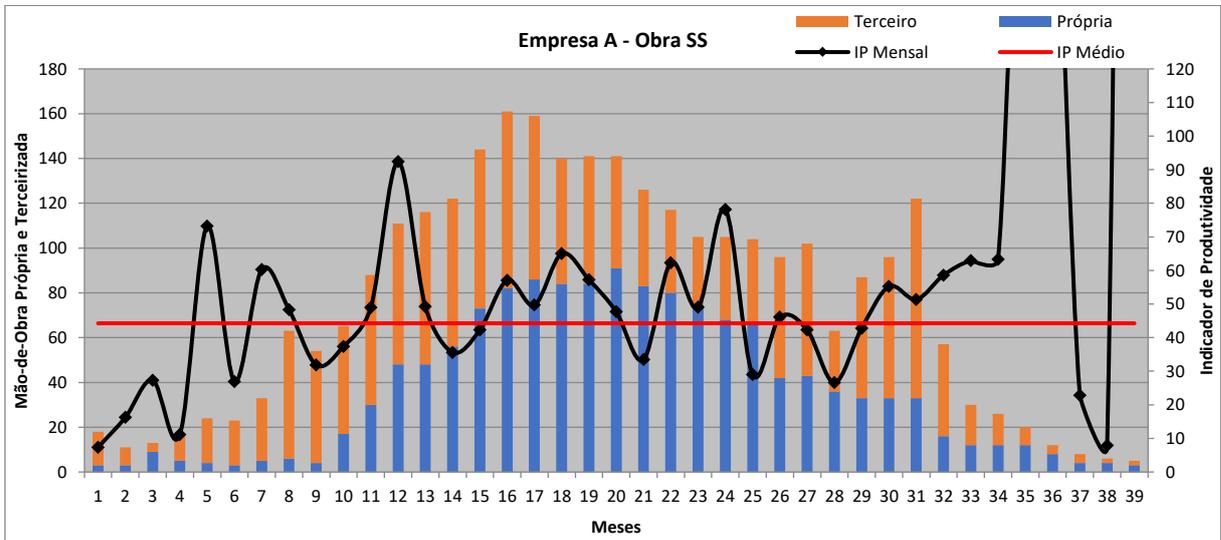
<b>FICHA DE ACOMPANHAMENTO MENSAL</b>		
<b>1 CARACTERIZAÇÃO</b>		
<b>1.1</b>	<b>EMPRESA</b>	
<b>1.2</b>	<b>EMPREENHIMENTO</b>	
<b>1.3</b>	<b>RESPONSÁVEL PELO PREENCHIMENTO</b>	
<b>1.4</b>	<b>MÊS/ANO DE MEDIÇÃO</b>	
<b>1.5</b>	<b>DATA DE FECHAMENTO DO AVANÇO</b>	
<b>2 ÍNDICES</b>		
<b>2.1</b>	<b>% DE AVANÇO FÍSICO DO MÊS</b>	
<b>2.2</b>	<b>HORAS TRABALHADAS NO MÊS</b>	
<b>MO PRÓPRIA</b>		
<b>2.3</b>	<b>Administração</b>	
<b>2.4</b>	<b>Campo</b>	
<b>MO TERCEIRIZADA</b>		
<b>2.5</b>	<b>Administração</b>	
<b>2.6</b>	<b>Campo</b>	
<b>3 MO POR SERVIÇOS (HORAS)</b>		
<b>3.1</b>	<b>ESTRUTURA</b>	
<b>3.2</b>	<b>INSTALAÇÕES</b>	
<b>3.3</b>	<b>FACHADA</b>	
<b>3.4</b>	<b>REVESTIMENTO INTERNO</b>	
<b>3.5</b>	<b>ESQUADRIAS</b>	
<b>3.6</b>	<b>IMPERMEABILIZAÇÃO</b>	
<b>3.7</b>	<b>GESSO</b>	
<b>3.8</b>	<b>PINTURA</b>	
<b>OBSERVAÇÕES</b>		
<i>% de avanço físico mensal calculado na base financeira, informar metragem quadrada produzida.</i>		
<i>As horas dos terceirizados devem ser incluídas no somatório das horas totais mensal.</i>		
<i>Considera-se 8,8 horas por dia trabalhado.</i>		
<i>Incluir sábados e considerar absenteísmo.</i>		
<i>Não incluir horas extras nas horas trabalhadas no mês.</i>		

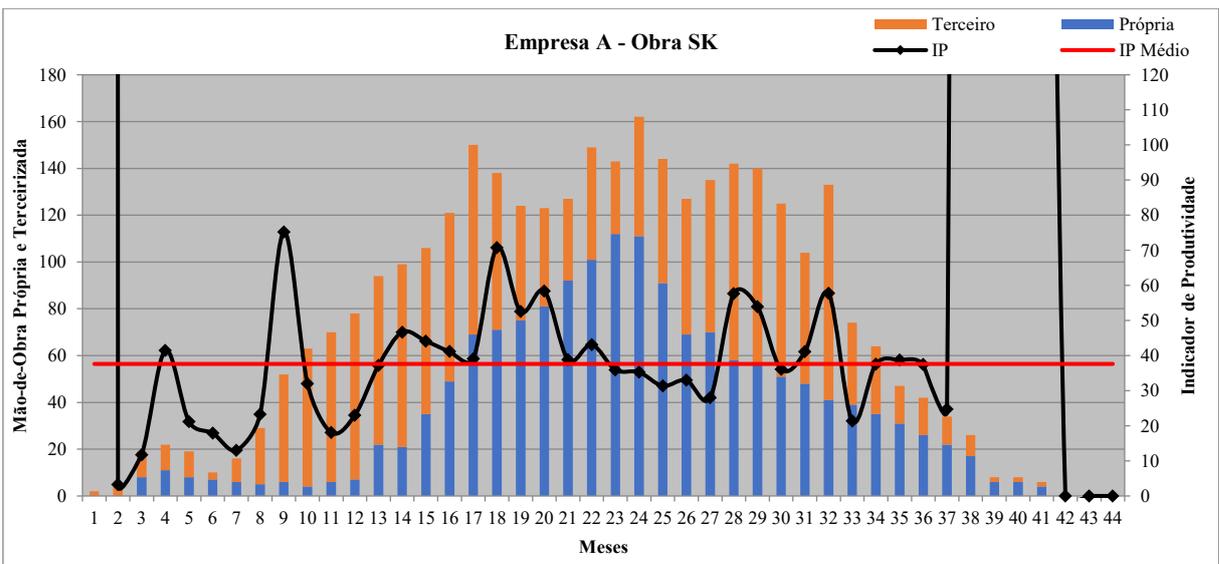
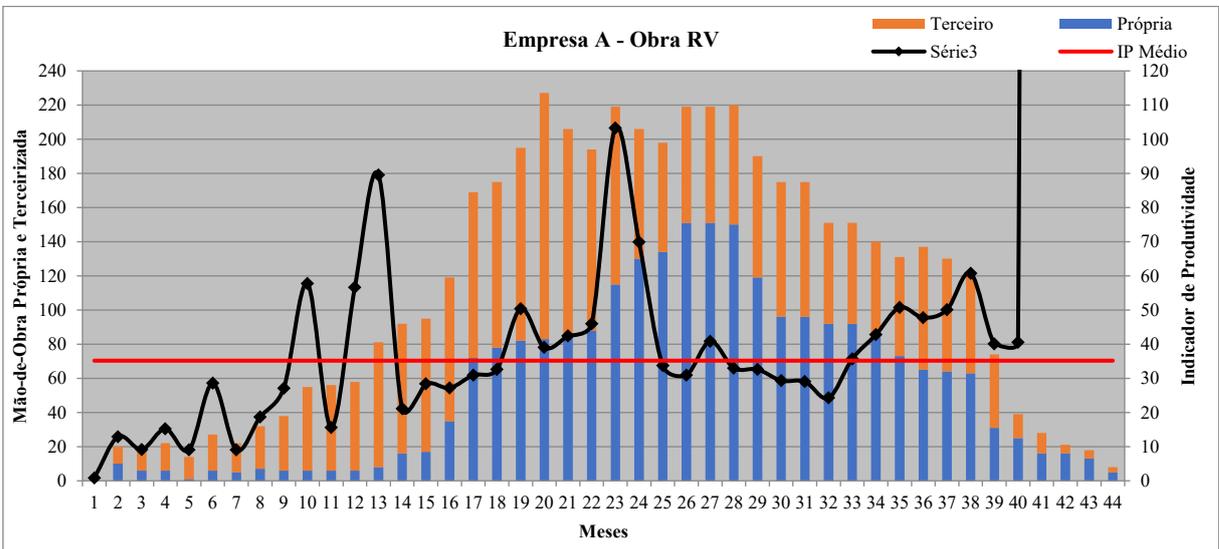
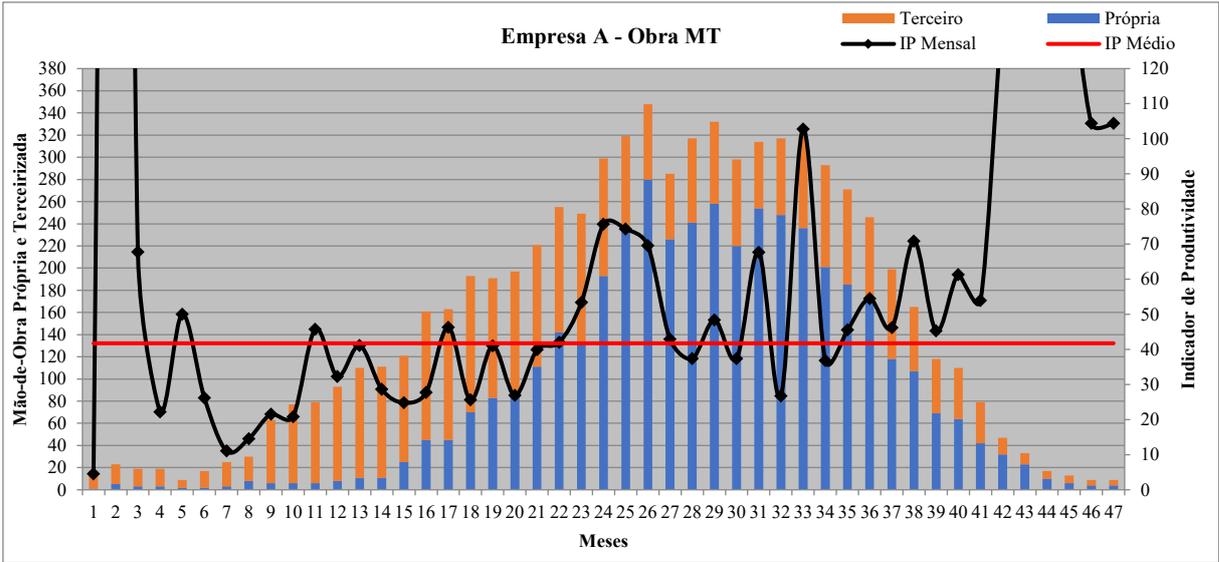
## APÊNDICE D – COMPILADO DOS RESULTADOS DO ÍNDICE GLOBAL DE PRODUTIVIDADE DAS EMPRESAS

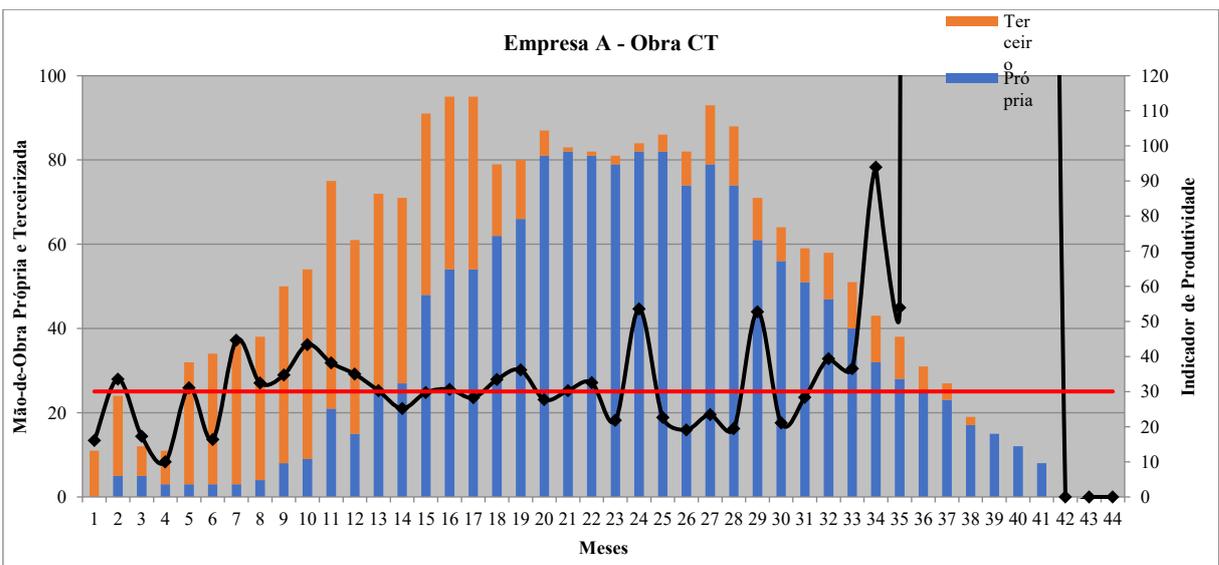
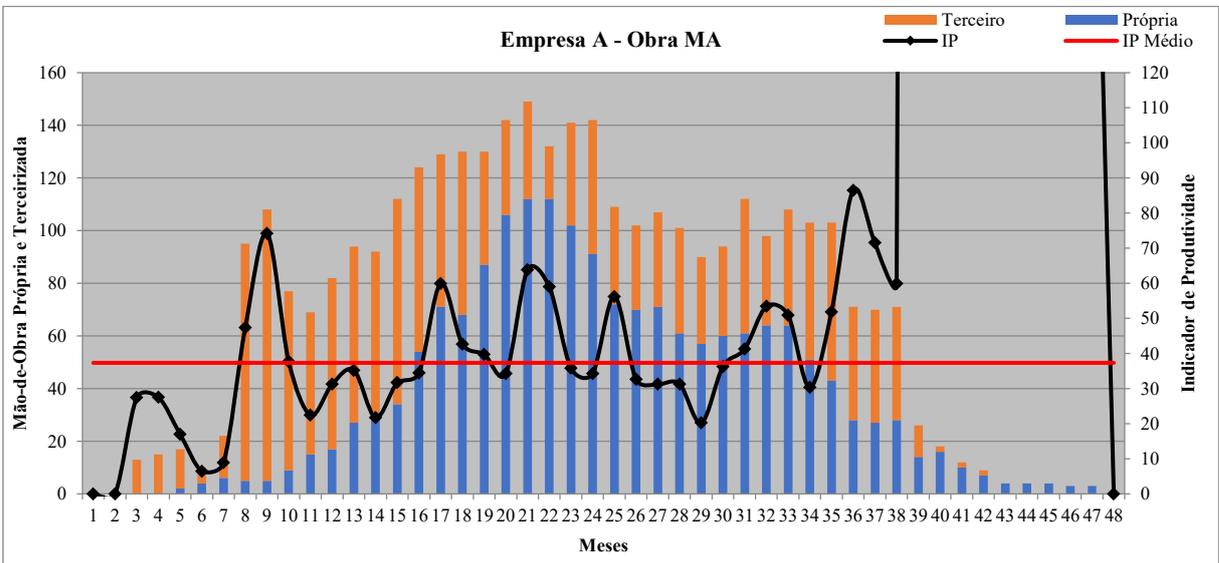
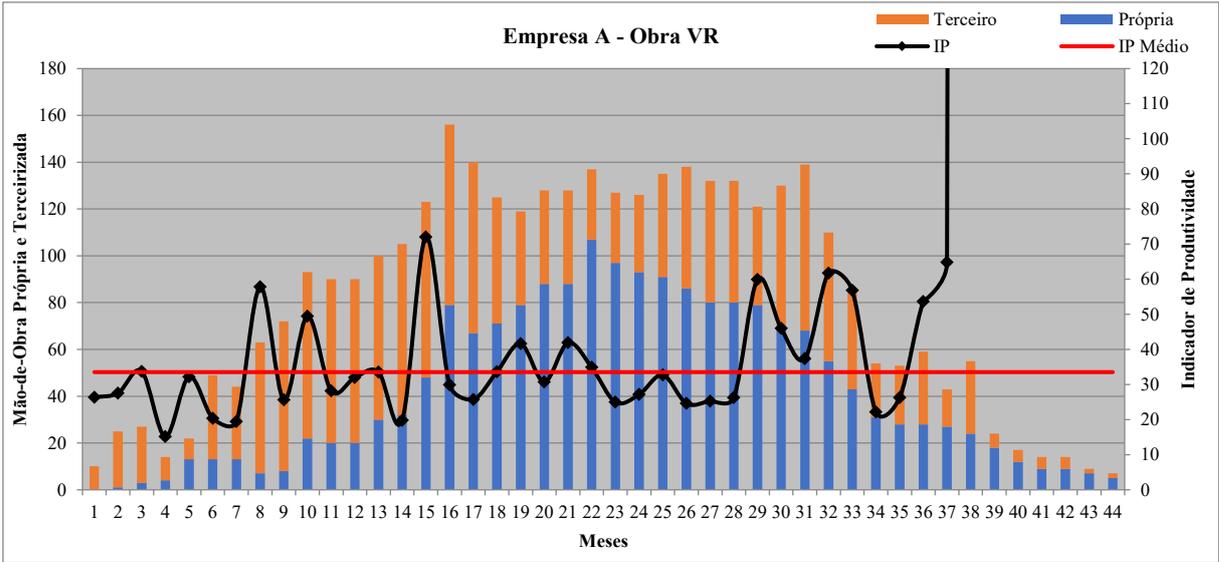
Dados referentes às obras da Empresa B.

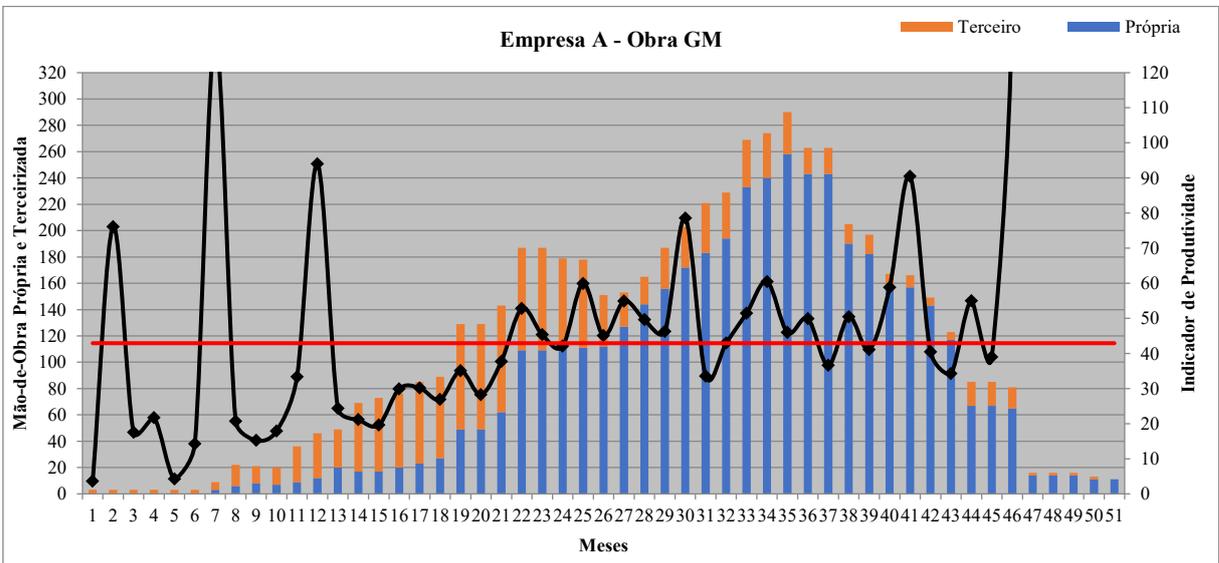
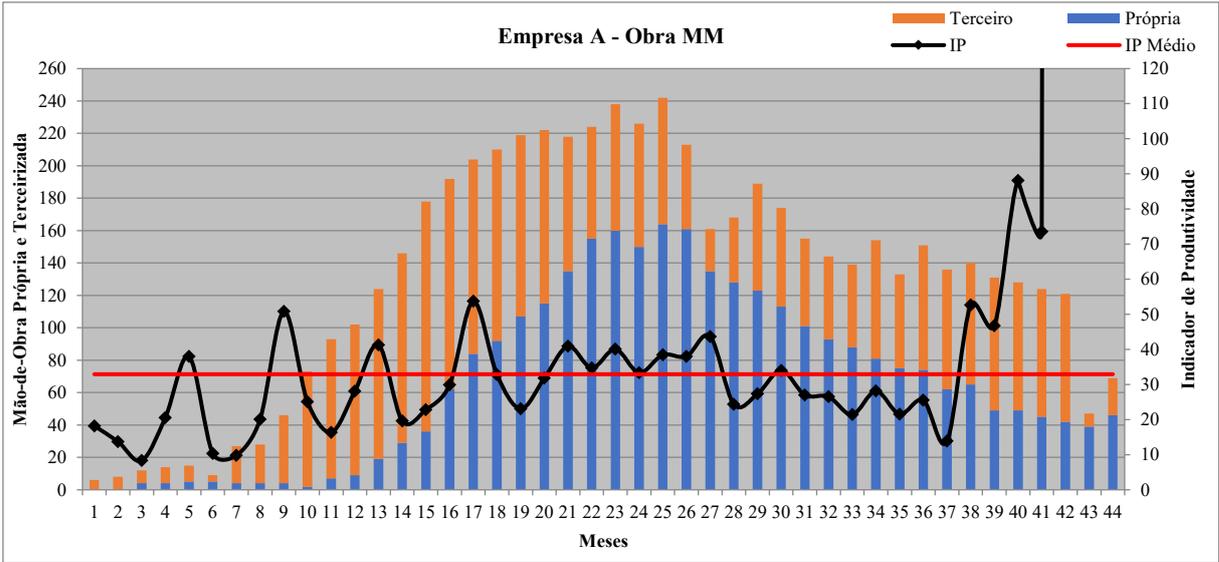


Dados referentes às obras da Empresa A.









## APÊNDICE E - INSTRUÇÕES DE COLETA DE DADOS DO IGP



### INDICADOR GLOBAL DE PRODUTIVIDADE - IGP

#### 1. OBJETIVO

Padronizar regras, normas e definições para obtenção de uma metodologia simples e universal de cálculo de produtividade global de empreendimentos em Homem-Hora por m<sup>2</sup> de área construída.

#### 2. CRITÉRIOS

- 2.1. A área construída será a especificada pela NBR 12.721;
- 2.2. O Cálculo da metragem quadrada produzida mensal será feito através do % de avanço físico no mês multiplicado pelo total da área construída no projeto executivo;
- 2.3. As horas trabalhadas de cada operário serão os dias trabalhados no mês multiplicados por 8,8 horas (44h/5 dias trabalhados);
- 2.4. A Soma total de horas trabalhadas no mês será a soma mensal do efetivo diário multiplicado por 8,8 horas.
  - 2.4.1. No caso do empreendimento trabalhar no sábado, considerar esse efetivo na soma mensal. Por exemplo, num mês padrão teríamos 22 dias trabalhados, caso nesse mês a obra tenha funcionado em 2 sábados. Esse efetivo vai entrar no cálculo da soma do efetivo mensal.
  - 2.4.2. Com o cálculo do efetivo diário ficará resolvido a questão do absenteísmo dado que o lançamento do efetivo é diário.
  - 2.4.3. Deve-se ter precisão nos cálculos de efetivo, no que tange as transferências entre obras, ou seja, só podem ser apontados os dias em que operário realmente trabalhou naquele mês.
- 2.5. Deve-se excluir do cálculo de horas trabalhadas aquelas que se referem à equipe administrativa, por exemplo: coordenador, engenheiro, técnico, estagiário, mestre de obras, assistente administrativo, aux. administrativo, encarregados, porteiro, zelador, serventes da administração. Então, o controle do efetivo deve ser feito de forma que se possa separar as equipes de campo e de escritório.

- 2.6. É indispensável à inclusão no cálculo das horas trabalhadas aquelas realizadas pelas empresas terceirizadas. Portanto, faz-se necessário o acompanhamento do efetivo diário de todas as empresas terceirizadas.
- 2.7. Importante lembrar que nosso indicador trata de análise quantitativa, mas para que possamos comparar os empreendimentos e avançar numa análise qualitativa posterior será preciso ter um **CADASTRO** dos empreendimentos minucioso, dessa forma teremos uma amostragem separada por tipologias de produtos, seguimentos de mercado, metodologia construtiva, grau de dificuldade do projeto e etc.