



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG)
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

RENATO RAFAEL DEL GROSSO FILHO

**Avaliação para identificação de pré-requisitos ausentes em perdas
por *making-do* na construção civil**

APARECIDA DE GOIÂNIA - GO
2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese Outro*: _____

*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

2. Nome completo do autor

Renato Rafael Del Grosso Filho

3. Título do trabalho

AVALIAÇÃO PARA IDENTIFICAÇÃO DE PRÉ REQUISITOS AUSENTES EM PERDAS POR MAKING-DO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Renato Rafael Del Grosso Filho, Discente**, em 05/08/2025, às 13:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Tatiana Gondim Do Amaral, Professor do Magistério Superior**, em 14/08/2025, às 15:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sci.ufg.br/sci/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5548140** e o código CRC **C61D3C86**.

Referência: Processo nº 23070.045286/2024-18

SEI nº 5548140

RENATO RAFAEL DEL GROSSO FILHO

Avaliação para identificação de pré-requisitos ausentes em perdas por *making-do* na construção civil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Ciências e Tecnologias, da Universidade Federal de Goiás (UFG), como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção

Linha de pesquisa: Gerenciamento de Sistemas Produtivos.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Tatiana Gondim do Amaral

Co-orientador: Prof. Dr. Beda Barkokebas

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Grosso Filho, Renato Rafael Del
Avaliação para identificação de pré-requisitos ausentes em perdas por making-do na construção civil [manuscrito] / Renato Rafael Del Grosso Filho. - 2025.
CXII, 112 f.

Orientador: Profa. Dra. Tatiana Gondim do Amaral; co-orientadora Dra. Beda Barkokebas.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Aparecida de Goiânia, 2025.

Inclui siglas, abreviaturas, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Making-do. 2. Lean. 3. Wastes. 4. Perdas. 5. Engenharia. I. do Amaral, Tatiana Gondim, orient. II. Título.

CDU 658.5



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 44 da sessão de Defesa de Dissertação de **Renato Rafael Del Grosso Filho**, que confere o título de Mestre em engenharia de produção do **Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção**, na área de concentração em Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

Ao/s **vinte dias do mês de setembro de dois mil e vinte e quatro**, a partir das **15h00min**, de forma virtual através da plataforma **Google Meet** <https://meet.google.com/gqt-gqyd-kyt?authuser=0>, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada “**AValiação para identificação de pré requisitos ausentes em perdas por making-do na construção civil**”. Os trabalhos foram instalados pela Orientadora, Professora Doutora **Tatiana Gondim do Amaral (PPGEP/UFG)** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor Doutor **Marcos Paulino Roriz Junior (PPGEP/UFG)**, membro titular interno, cuja participação ocorreu através de videoconferência, Professor Doutor **Luiz Fernando Mahlmann Heineck**, membro titular externo, cuja participação ocorreu através de videoconferência, e Professor Doutor **Béda Barkokebas (Pontificia Universidad Católica de Chile)**, coorientador, cuja participação ocorreu através de videoconferência. Durante a arguição os membros da banca **não** sugeriram alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido o candidato **aprovado** pelos seus membros. Proclamados os resultados pela Professora Doutora **Tatiana Gondim do Amaral**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos **vinte dias do mês de setembro de dois mil e vinte e quatro**.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Tatiana Gondim Do Amaral, Professora do Magistério Superior**, em 20/09/2024, às 17:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcos Paulino Roriz Junior, Professor do Magistério Superior**, em 20/09/2024, às 17:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Renato Rafael Del Grosso Filho, Discente**, em 20/09/2024, às 18:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sci/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4831762** e o código CRC **FA2D6672**.

Referência: Processo nº 23070.045286/2024-18

SEI nº 4831762

RESUMO

A construção civil pode ser considerada como um dos motores da economia brasileira. Este mercado enfrenta hoje problemas como: elevada taxa de juros, carga tributária, burocracia e alto custo do trabalhador. Nesse contexto, os conceitos da Engenharia de Produção auxiliam nesse desafio. Conceitos como o de gerenciamento dos sistemas produtivos que focam no desenvolvimento de soluções e melhorias para o ambiente corporativo quando aplicados em conjunto com a Engenharia Civil são extremamente benéficos para o setor. O planejamento, execução e controle dos fluxos operacionais e seus processos dentro da construção civil garantem que o custo da produtividade seja feito com o mínimo dos recursos disponíveis. Embora existam diversas pesquisas que abordam o gerenciamento de sistemas produtivos, a literatura evidencia uma carência de aplicações voltadas a indústria da construção civil, de modo a evidenciar as perdas quando os pacotes de serviços são iniciados ou continuados sem a presença do *kit* completo, ou seja, sem os recursos necessários para sua execução. Em face destas questões, esta dissertação tem como objetivo desenvolver uma pesquisa aplicada, tendo como tema principal as perdas por improvisação ou perdas por *making-do* na construção civil. Tem como objetivo atender aos requisitos necessários ao produto final, requisito para a aprovação no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEF da UFG (PPGEF, FCT UFG, 2024), sendo estruturado no formato de uma coletânea de artigos. No primeiro artigo, buscou-se através da revisão sistemática da literatura embasar o referencial teórico da pesquisa ao estabelecer a linha de raciocínio em que fosse possível definir quais são as boas práticas gerenciais e de planejamento aplicáveis à construção civil e em quais fases do planejamento essas soluções são aplicadas. O segundo artigo apresenta o método utilizado no levantamento e classificação dos dados. Como resultados parciais da pesquisa apresentou as análises relacionadas às correlações entre as classificações das perdas por *making-do* no universo investigado. O terceiro artigo apresentou um modelo de tomada de decisão multicritério e como ele se aplica de modo a auxiliar os gestores na tomada de decisão ao determinar uma solução gerencial que melhor impacta na garantia do pré-requisito das atividades planejadas, antecipando assim decisões para reduzir a ocorrência de perdas por *making-do* pela determinação de pacotes informais. Como resultados identificou-se que as boas práticas levantadas na literatura podem ser consideradas como atividades facilitadoras do processo, sendo importantes para reduzir a ocorrência das improvisações. O modelo proposto mostrou ser uma abordagem robusta e eficaz para a tomada de decisão, destacando-se como contribuição do estudo o desenvolvimento do modelo que combina as técnicas *Fuzzy-delphi* e TOPSIS, utilizando termos linguísticos para avaliar os pesos dos decisores e dos critérios.

Palavras-chave: *Making-do* . Perdas. *Lean Construction*. Retrabalho. Planejamento.

ABSTRACT

The construction industry can be considered one of the driving forces of the Brazilian economy. This market currently faces problems such as high interest rates, tax burden, bureaucracy and high labor costs. In this context, the concepts of Production Engineering help to overcome this challenge. Concepts such as management of production systems that focus on developing solutions and improvements for the corporate environment when applied in conjunction with Civil Engineering are extremely beneficial to the sector. The planning, execution and control of operational flows and their processes within the construction industry ensure that the cost of productivity is achieved with the minimum of available resources. Although there are several studies that address the management of production systems, the literature shows a lack of applications aimed at the construction industry, in order to highlight the wastes when service packages are started or continued without the presence of the complete kit, that is, without the resources necessary for their execution. In view of these issues, this dissertation aims to develop an applied research, with the main theme being wastes due to improvisation or wastes due to making-do in the construction industry. Aiming to meet the requirements necessary for the final product, a requirement for approval in the Postgraduate Program in Production Engineering - PPGEP at UFG (PPGEP, FCT UFG, 2024), it is structured in the format of a collection of articles. The first article sought, through a systematic review of the literature, to support the theoretical framework of the research by establishing the line of reasoning that would make it possible to define which are the good management and planning practices applicable to civil construction and in which phases of planning these solutions are applied. The second article presents the method used in the collection and classification of data. As partial results of the research, it presented the analyses related to the correlations between the classifications of wastes due to making-do in the universe investigated. The third article presented a multi-criteria decision-making model and how it is applied in order to assist managers in decision-making when determining a management solution that best impacts the guarantee of the prerequisite of the planned activities, thus anticipating decisions to reduce the occurrence of wastes due to making-do by determining informal packages. The results showed that the good practices identified in the literature can be considered as facilitating activities of the process, being important to reduce the occurrence of improvisations. The proposed model proved to be a robust and effective approach for decision making, with the development of the model that combines the Fuzzy-delphi and TOPSIS techniques standing out as a contribution of the study, using linguistic terms to evaluate the weights of the decision makers and the criteria.

Keywords: Making-do. Wastes. Lean Construction. Rework. Planning.

LISTA DE FIGURAS, GRÁFICOS, QUADROS E TABELAS

Figura 1-Elementos do sistema de produção	20
Figura 2-Método de identificação de perdas por <i>making-do</i>	22
Figura 3-Delineamento da pesquisa	26
Figura 4-Método da revisão sistemática da literatura (RSL).....	35
Figura 5-Método de pesquisa nas bases de dados	36
Figura 6-Nuvem de palavras	40
Figura 7-Fases do ciclo de vida tradicional de empreendimentos de construção civil.....	41
Figura 8-Correlação de perdas entre os pré-requisitos e os impactos	65
Figura 9-Correlação de perdas entre as categorias e os impactos	66
Figura 10-Diagrama das relações entre as perdas por pré-requisito, categoria e impactos – Resultados Fortaleza.....	70
Figura 11-Diagrama das relações entre as perdas por pré-requisito, categoria e impactos – Resultados Goiânia.....	71
Figura 12-Fluxograma das etapas do processo de tomada de decisão	86
Figura 13-Escala linguística da importância dos critérios de caracterização dos tomadores de decisão	88
Figura 14-Etapas do FDM com TOPSIS.....	91
Figura 15-Escala linguística da importância dos critérios de classificação.....	92
Gráfico 1-: Principais problemas enfrentados pelos empresários da indústria da construção civil	19
Gráfico 2-Quantitativo de publicações selecionadas por base de dados	38
Gráfico 3-Número de artigos publicados ao longo dos anos.....	38
Gráfico 4-Número de publicações por instituição.....	39
Gráfico 5-Distribuição das soluções de gestão nos artigos selecionados nas bases de dados no ano de 2022 por fase do ciclo de vida da construção	42
Gráfico 6-Pesos atribuídos aos tomadores de decisão.....	97
Quadro 1-Classificação das perdas por <i>making-do</i> segundo a classificação de categorias, pré-requisitos ausentes e impactos.....	22
Quadro 2-Distribuição das boas práticas durante o ciclo de vida da construção	42
Quadro 3-Boas práticas consideradas como lacunas do conhecimento e seus critérios de seleção	43
Quadro 4-Atividades de compreensão e implementação do protocolo de classificação das perdas por <i>making-do</i> nas empresas construtoras	57
Quadro 5-Parâmetros analisados para as perdas por <i>making-do</i>	58
Quadro 6-Characterização dos tomadores de decisão	87
Quadro 7-Conceitualização das alternativas.....	89
Quadro 8-Pré-requisitos necessários para início de uma atividade	89
Quadro 9-Importância dos critérios.....	92
Quadro 10-Escala dos pesos dos critérios	94
Quadro 11-Characterização dos tomadores de decisão	97
Tabela 1-Quantitativo de artigos nas etapas da RSL.....	37
Tabela 2-Número de publicações por instituição	39
Tabela 3-Descrição dos Empreendimentos	60
Tabela 4-Characterização dos Empreendimentos.....	61
Tabela 5-Base de dados extraída do <i>Quizquality</i>	62

Tabela 6- Exemplos da base de dados analisados que não foram classificados.....	62
Tabela 7-Perdas por etapas classificadas	63
Tabela 8-Percentual de perdas por equipes classificadas	63
Tabela 9-Resultados globais das correlações entre pré-requisitos, categorias, impactos, equipes e as atividades das ocorrências de <i>making-do</i> por empresa.....	67
Tabela 10-Relação peso X critério	94
Tabela 11-Matriz de avaliação das boas práticas	96
Tabela 12-Matriz de decisão resultante	98
Tabela 13-Cálculo das máximas soluções	100
Tabela 14-Cálculo das Distâncias Euclidianas	101
Tabela 15-Cálculo das proximidades relativas	102
Tabela 16-Exemplos de aplicação do método	104

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABEPRO: Associação Brasileira de Engenharia de Produção
- ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas
- AECO: Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação
- AMD: Métodos de Apoio Multicritério à decisão
- BIM: *Building Information Modeling*
- CBIC: Câmara Brasileira da Indústria da Construção
- CNI: Confederação Nacional da Indústria
- FCT: Faculdade de Ciências e Tecnologia
- FDM: *Fuzzy-delphi Method*
- FIRJAN: Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
- GO: Goiás
- IGLC: *Annual Conference of the International Group for Lean Construction*
- INOVACON: Programa de Inovação da Indústria da Construção Civil
- MCDM: Métodos de Decisão Multicritério
- NBR: Norma Brasileira
- PCP: Planejamento e Controle de Produção
- PIB: Produto Interno Bruto
- PPGEP: Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção
- RSL: Revisão Sistemática da Literatura
- STP: Sistema *Toyota* de Produção
- TOPSIS: Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
- UC: *Universidad Católica*
- UFG: Universidade Federal de Goiás

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO	18
1. CONTEXTUALIZAÇÃO	19
2. OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS	24
3. METODOLOGIA DA PESQUISA.....	25
4. ESTRUTURA DO TRABALHO	26
5. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	27
REFERÊNCIAS CAPÍTULO 1	27
CAPÍTULO 2: RELAÇÃO DAS PERDAS POR <i>MAKING-DO</i> E AS BOAS PRÁTICAS GERENCIAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO DA LITERATURA.....	30
1 INTRODUÇÃO.....	32
2 MÉTODO	34
2.2 Etapas da pesquisa.....	35
3 RESULTADOS	37
4 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS CAPÍTULO 2.....	46
CAPÍTULO 3: RESULTADOS DAS CAUSAS E IMPACTOS DAS PERDAS POR <i>MAKING-DO</i>	50
1 INTRODUÇÃO.....	52
2 OBJETIVO	55
3 MÉTODO	56
3.1 Etapas de execução.....	57
3.2 Caracterização das empresas	59
4 ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	60
4.1 Base de dados analisados e parâmetros.....	61
4.2 Equipes e etapas envolvidas	62
4.3 Correlações entre as perdas e os parâmetros analisados	64
5 CONCLUSÃO.....	73
REFERÊNCIAS CAPÍTULO 3.....	75
CAPÍTULO 4: MODELO MULTICRITÉRIO DE DECISÃO PARA CATEGORIZAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS GERENCIAIS NA CONTENÇÃO DE PRÉ-REQUISITOS AUSENTES NAS PERDAS POR <i>MAKING-DO</i>	80
1 INTRODUÇÃO.....	82
2 MÉTODO	85
1.1. Descrição do Problema	86

1.2. Modelo de tomada de decisão.....	90
1.2.1. Método <i>Fuzzy-delphi</i>	91
1.2.2. Método <i>TOPSIS</i>	93
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	95
4 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	105
REFERÊNCIAS CAPÍTULO 4.....	107
CAPÍTULO 5: CONSIDERAÇÕES FINAIS	110

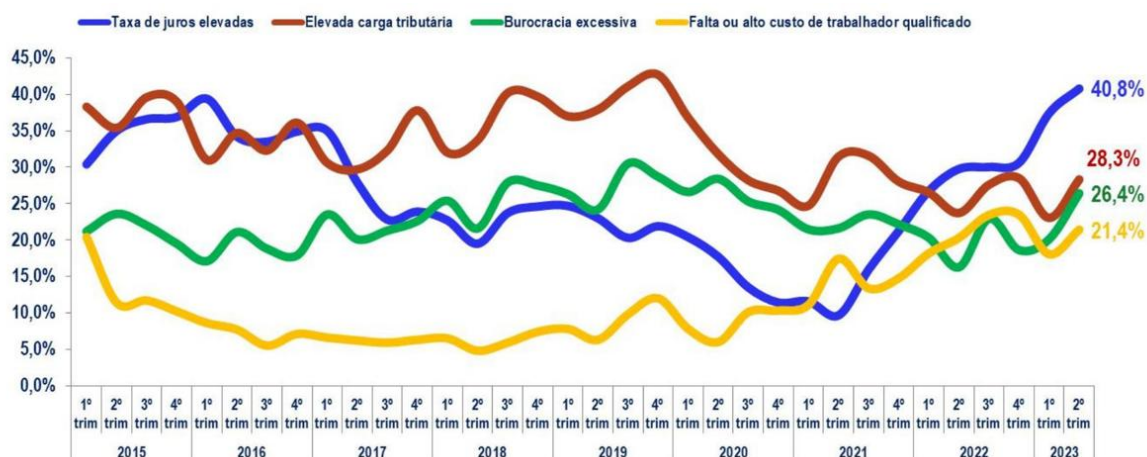
CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Considerada como um dos motores da economia, a construção civil tem a capacidade direta ou indireta de gerar milhares de postos de trabalho. Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2018) a construção civil e sua cadeia de materiais correspondem por cerca de 10% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil.

De acordo com a Confederação Nacional da Indústria (CNI), os principais problemas enfrentados pelos empresários da indústria da construção civil são: taxa de juros elevada, elevada carga tributária, burocracia excessiva e falta ou alto custo de trabalhador qualificado conforme apresentado no Gráfico 1 (CNI, 2023).

Gráfico 1-: Principais problemas enfrentados pelos empresários da indústria da construção civil



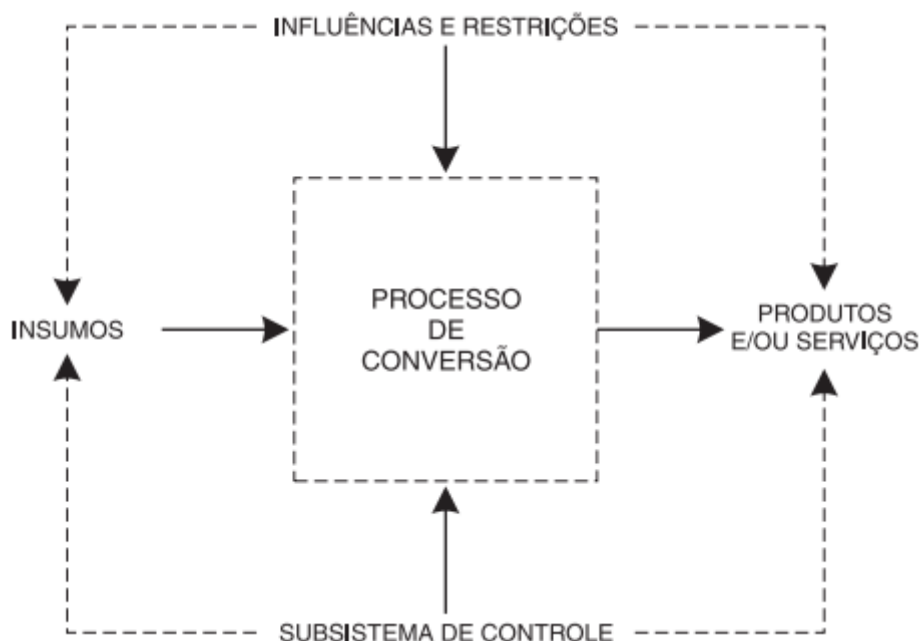
Fonte: Confederação Nacional da Construção Civil (2023)

Analisando o cenário atual dos desafios enfrentados pela construção civil apresentado no Gráfico 1 (CNI,2023), destaca-se a falta ou alto custo de trabalhador qualificado, o que faz com que o controle da mão de obra se torne uma preocupação constante das construtoras para se estabelecerem de forma competitiva no mercado. Nesse sentido, para auxiliar nesse desafio tem-se em conjunto com a Engenharia civil a Engenharia de Produção e suas diversas áreas de atuação. Compete à Engenharia de Produção, segundo a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO, 1998) o projeto, a implantação, a operação, a melhoria e a manutenção de sistemas produtivos integrados de bens e serviços, envolvendo homens, materiais, tecnologia, informação e energia.

Assim, para atender ao mercado atual, deve-se aplicar os conceitos que estabeleçam processos e fluxos por meio da padronização do trabalho que garanta que o custo da produtividade seja feito com o mínimo dos recursos disponíveis. Dentre estes conceitos Moreira (2012) define que

o sistema de produção é o conjunto de atividades e operações inter-relacionadas envolvidas na produção de bens (caso de indústrias) ou serviços e seus elementos podem ser representados na Figura 1.

Figura 1-Elementos do sistema de produção



Fonte: Moreira 2012

A filosofia *Lean Construction*, ou construção enxuta, modelo de produção para a construção civil, desenvolvido por Koskela (1992) surge como uma estratégia que busca melhorar o desempenho nos processos com a minimização dos custos ao eliminar as influências e restrições dentro do sistema de produção da construção civil por meio da eliminação das perdas e atividades que não agregam valor.

A filosofia da Construção Enxuta propõe a redução de perdas e imprevistos na produção em busca de um produto de maior qualidade e menor custo (SANTOS, SANTOS, 2017).

Ohno (1997) descreve sete tipos de perdas, sendo elas: superprodução, espera, inventário, movimentação, transporte, processamento e defeitos. Na construção civil a perda é comumente associada apenas a insumos (FORMOSO, 1997; SOMMER, 2010). Mas o conceito de perda é muito mais amplo que o mero desperdício de materiais. Segundo Formoso (1997), apesar do desperdício de materiais ser palpável é necessário encarar as perdas com um olhar mais abrangente.

Koskela (2004) propõe o *making-do* como uma nova categoria acrescida às sete perdas propostas por Ohno (1988). *Making-do* foi definido por Koskela como um tipo de perda que ocorre quando uma atividade é iniciada ou continuada sem que todos os recursos estejam

disponíveis em sua forma padrão ou ótima. Apoiando-se então no conceito de kit completo apresentado por Ronen (1992) o conjunto de componentes, desenhos, documentos e informações necessários para completar uma determinada montagem, submontagem ou processo, em que se destaca a importância de iniciar as atividades somente quando todos os recursos necessários para sua execução forem atendidos.

De acordo com Sommer (2010) as perdas por *making-do* são consideradas como improvisações. Autores destacam que estas perdas podem ser constatadas em todas as atividades presentes dentro de um canteiro de obras e que são diversas as inter-relações entre possíveis pré-requisitos, categorias e impactos no ambiente da construção civil, assim dificulta-se sua identificação, resolução e prevenção, sendo assim é preciso um controle rigoroso dos processos construtivos, investimentos em mudanças culturais propícias à improvisação e à padronização (AMARAL *et al.*, 2019; SANTOS *et al.*, 2020, FORMOSO *et al.*, 2002; JOSEPHSON; HAMMARLUND, 1999; HORMAN; KENLEY, 2005; FORMOSO *et al.*, 2017; OHNO, 1997).

Fireman (2012) também identificaram uma relação entre os pacotes informais e o aumento de perdas por *making-do*, essa subdivisão se torna relevante, pois mostra o nível de planejamento e quão diretamente o aumento das perdas está relacionado com a informalidade dos pacotes de trabalho.

Autores identificaram parâmetros importantes para classificação das perdas por *making-do*: pré-requisitos, categoria e impactos (KOSKELA, 2000; SOMMER, 2010; FIREMAN, 2012; SANTOS, 2020) Quadro 1. Sommer 2010, com base na classificação de fluxos de entrada propôs um método de identificação das perdas por *making-do* nos processos de produção da construção civil, método este que posteriormente foi aprimorado por Santos e Santos (2017), demonstrado na Figura 2.

Contudo, de acordo com a análise de Sommer (2010) na maioria das ocorrências da decisão para as improvisações era baseada na experiência dos líderes que coordenavam as atividades ou seguido por práticas comuns do setor.

Assim, seguir o que foi prescrito durante o planejamento dos pacotes de serviço não necessariamente leva ao alcance do que foi esperado. Para Hollnagel e Woods (2005), a capacidade de reconhecer, adaptar e absorver variações, mudanças, perturbações, rupturas e surpresas, especialmente aquelas para as quais o sistema não foi projetado, é própria de organizações e de indivíduos resilientes. A adaptabilidade e a flexibilidade do trabalho humano fazem parte da resiliência. Com esse conceito, compreende-se que a resiliência pode ser interpretada como a capacidade de um sistema ou indivíduo de antecipar e adaptar-se às adversidades, próprias das atividades de improvisações que ocorrem nas perdas por *making-do*. Um sistema de produção resiliente deve ter a competência de diante de situações imprevistas não interromper a sua operação ao elaborar métodos e ações voltadas à proteção contra qualquer variação dos objetivos determinados, trazendo a discussão de que se teria aspectos positivos com a ocorrência de *making-do* dentro deste contexto de parada de produção.

De acordo com os estudos de Oglesby, Parker e Howell (1989), Alves (2000), Bernardes (2001), Machado (2003) e Santos (2004), as atividades que contribuem para a não interrupção das operações, melhorando os processos produtivos na construção civil, podem ser identificadas por diversas denominações como: boas práticas, atividades facilitadoras, antecipações, antecipações gerenciais e ações gerenciais, entre outras.

Uma situação ou problema de decisão pode ser caracterizado pela necessidade de avaliar um conjunto de alternativas, a fim de se realizar uma escolha ou uma decisão (COSTA, 2006).

Segundo Peniwati (2006), o processo decisório abrange diversos aspectos, como por exemplo: intelectuais, psicológicos e os impactos no ambiente do tomador de decisão. Wierzbicki (1997) destaca a relevância do entendimento intuitivo e da experiência prática como elementos essenciais nesse processo. O processo de tomada de decisão pode ser definido como o processo cognitivo pelo qual se escolhe um plano de ação dentre vários outros (com base em diversos cenários, ambientes, análises e fatores) para uma situação-problema (SHIMIZU, 2001).

Um problema de decisão multicritério consiste numa situação, em que há pelo menos duas alternativas de ação para se escolher e essa escolha é conduzida pelo desejo de se atender a múltiplos objetivos, muitas vezes conflitantes entre si (ALMEIDA, 2013).

Assim, em função da necessidade de decisão sob a influência de uma variedade de critérios durante o planejamento relacionado às improvisações com o objetivo de otimização dos pacotes

de serviço, se faz válido o estudo do processo de tomada de decisão, bem como como consequência desse estudo: o desenvolvimento de métodos de apoio multicritério à decisão (AMD).

Diante do apresentado, o objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um modelo de tomada de decisão que auxilie o gestor de obras a determinar como antecipar decisões na fase de planejamento dos pacotes de serviço de modo que evite a ocorrência das perdas por *making-do*.

Este trabalho pode ser justificado pelos seguintes argumentos:

Este texto visa cumprir o requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção no programa de Mestrado Profissional do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP). A pesquisa possui a natureza prática e aplicada que busca aplicar os conhecimentos da área de Engenharia de Produção nos ambientes acadêmico e empresarial;

As experiências profissionais do autor do texto, bem como seu acesso a dados de construtoras e a observação ativa do mercado ressaltam a ausência do conhecimento dos conceitos de gestão das perdas, principalmente as perdas por improvisação, por parte dos Engenheiros e Trabalhadores de Obra;

Trabalhos anteriores, já tratavam sobre a identificação e análise das perdas por *making-do*. Amaral *et al.* (2019, 2021, 2022, 2023,2024) realizam estudos sobre perdas por *making-do* conjuntamente com um grupo de pesquisa e este trabalho visa dar continuidade a essa área de pesquisa ao preencher uma importante lacuna: como determinar como antecipar decisões na fase de planejamento dos pacotes de serviço para reduzir a ocorrência de perdas por *making-do*. Tais análises auxiliarão os líderes, aumentando o grau de resiliência do processo quanto às decisões daqueles que coordenam as atividades dentro do canteiro de obras.

2. OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

Esta pesquisa tem como objetivo geral determinar um modelo de tomada de decisão para antecipar decisões na fase de planejamento dos pacotes de serviço a fim de se reduzir a ocorrência de perdas por *making-do*.

Os objetivos específicos consistem em:

Revisar sistematicamente a literatura para identificar quais são as boas práticas de gestão que podem ser aplicadas na construção civil a fim de garantir o cumprimento dos requisitos mínimos para início das atividades planejadas;

Definir um protocolo de identificação e classificação das perdas por *making-do* capaz de identificar as restrições ou pré-requisitos ausentes para compreender a correlação entre os critérios de classificação;

Definir junto aos tomadores de decisão quais são os critérios relevantes para seleção das boas práticas gerenciais e os pesos dos pré-requisitos ausentes para reduzir a ocorrência de perdas por *making-do*;

Propor um modelo de decisão multicritério que seja mais aderente ao problema de pesquisa, perdas por *making-do*;

Aplicar e validar o modelo proposto e propor pesquisas futuras.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

O método adotado para o desenvolvimento deste trabalho é classificado como qualitativo quantitativo, haja vista que foram realizadas análises qualitativas para o desenvolvimento do formulário e coleta de dados e quantitativa para o tratamento dos dados obtidos. Ele possui caráter exploratório, pois se trata de um tema ainda pouco explorado no âmbito da construção civil. A pesquisa é considerada aplicada, sendo executada com o objetivo de adquirir novos conhecimentos. A estratégia utilizada foi o estudo de caso.

A abordagem escolhida para a elaboração deste estudo é caracterizada pela combinação de métodos qualitativos e quantitativos de caráter exploratório, uma vez que o tema abordado ainda carece de uma investigação mais aprofundada no contexto da engenharia civil. Classifica-se o trabalho como pesquisa aplicada, visando a obtenção de novas percepções e entendimentos.

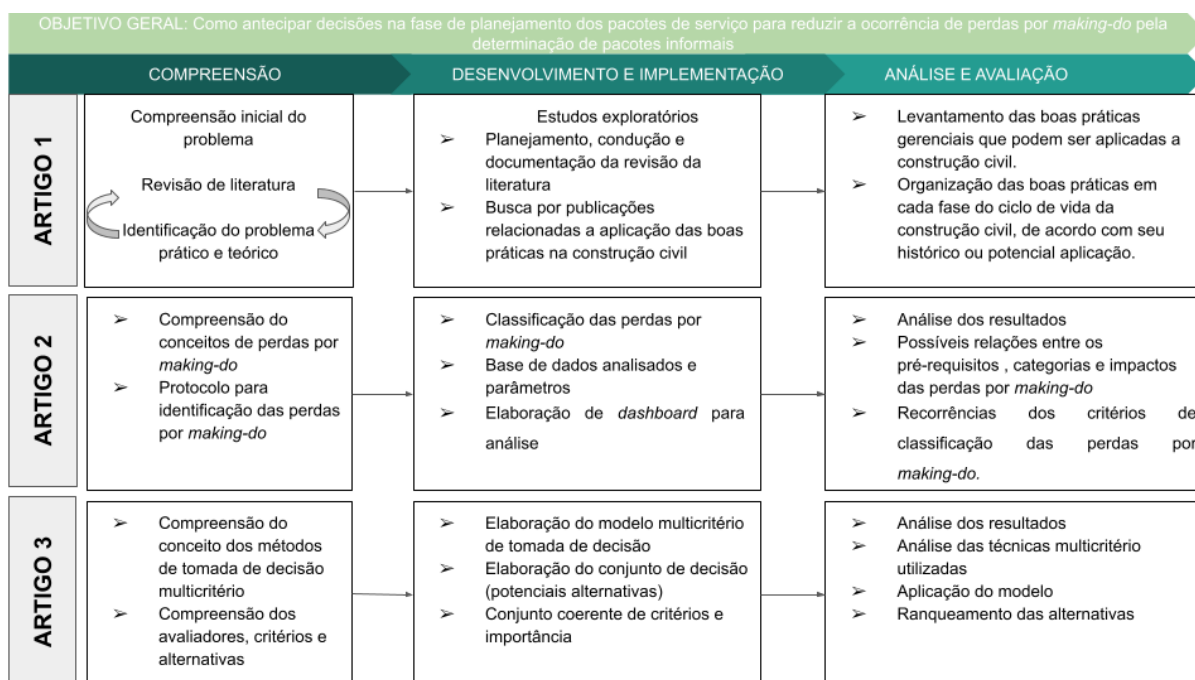
Foram conduzidas análises de natureza qualitativa durante a concepção e coleta de informações, as quais foram empregadas para o processamento dos dados coletados por meio de estudo de multicasos em canteiros de construção civil.

Para o desenvolvimento da revisão sistemática da literatura presente no capítulo 2, utilizou-se as diretrizes propostas por Kitchenham (2004) ao dividi-la em três estágios, planejamento, condução e documentação. Esta pesquisa teve como objetivo guiar as leituras que embasaram o referencial teórico da pesquisa ao estabelecer uma linha de raciocínio com a intenção de definir quais são boas práticas aplicáveis à construção civil e em quais fases do planejamento essas são aplicadas. Os resultados provenientes desta pesquisa foram utilizados como parâmetros para a elaboração da próxima etapa, ao identificar as lacunas do conhecimento e oportunidades de melhoria.

O objetivo da pesquisa é determinar um modelo que auxilie o gestor de obras a antecipar decisões na fase de planejamento dos pacotes de serviço para reduzir a ocorrência de perdas por *making-do*, devido aos pacotes informais, através da aplicação dos conceitos de modelos e técnicas de apoio à tomada de decisão multicritério. Este modelo está exposto em forma de artigo e foi apresentado no capítulo 4 desta pesquisa (Artigo 3). Este artigo teve como

embasamento o levantamento das boas práticas exposto no Artigo 1 e na compreensão do banco de dados abordado no Artigo 2 em que foram apresentadas as possíveis correlações entre os pré-requisitos, categorias e impactos das perdas por *making-do*. A Figura 3 apresenta o delineamento da pesquisa.

Figura 3-Delineamento da pesquisa



Elaborado pelo autor.

4. ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta pesquisa foi estruturada em forma de coletânea de artigos. Este trabalho estrutura-se em 5 capítulos, sendo o Capítulo 1 de introdução em que se apresenta a contextualização e apresentação do problema, metodologia, estrutura e a delimitação da pesquisa. O Capítulo 2 apresenta o Artigo 1 denominado “Relação das perdas por *making-do* e as boas práticas gerenciais da construção civil: um estudo bibliométrico da literatura”. Este capítulo apresenta a revisão da literatura com o objetivo de reunir os conceitos que nortearão o delineamento da pesquisa. O Artigo 1 foi publicado no ano de 2024 na 32ª Conferência Anual do Grupo Internacional para Construção Enxuta (IGLC). Em relação ao Capítulo 3, este apresenta o segundo artigo denominado “Resultados das causas e impactos das perdas por *making-do*.”. Este artigo foi publicado no ano de 2023 na 31ª Conferência Anual do Grupo Internacional para Construção Enxuta (IGLC). O Artigo 2 apresenta o conceito de *making-do*, descreve o protocolo utilizado para a identificação das perdas por *making-do*, a estruturação do banco de dados e o aprimoramento do painel para análise de interações entre os parâmetros que embasam o último artigo (Artigo 3). O Capítulo 4 apresenta o Artigo 3 denominado “Modelo multicritério

de decisão para categorização de boas práticas gerenciais na contenção de pré-requisitos ausentes nas perdas por *making-do*.”. O Artigo 3 propõe um modelo de tomada de decisão multicritério e como ele se aplica de modo a auxiliar os gestores na tomada de decisão ao determinar uma solução gerencial que melhor impacta na garantia dos pré-requisitos das atividades. Por fim, no Capítulo 5 estão as considerações finais deste trabalho.

5. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O enfoque da pesquisa é desenvolver uma abordagem para antecipar decisões na fase de planejamento de atividades no canteiro de obras, a fim de reduzir a ocorrência de perdas por "*making-do*" na construção civil. Não é objetivo implementar ou criar um método de planejamento.

A definição do método será baseada em comparações teóricas entre pesquisas anteriores, não havendo intenção de comparar a ferramenta desenvolvida com métodos previamente desenvolvidos.

REFERÊNCIAS CAPÍTULO 1

- ABEPRO, C. D. G. Engenharia de Produção: grande área e diretrizes curriculares, 1998. **XVII ENEGEP**. Disponível em: <<https://abepro.org.br/arquivos/websites/1/diretrcurr19981.pdf>>. Acesso em: 14 de jan. 2024.
- ALVES, T. C. L. Diretrizes para a Gestão dos Fluxos Físicos em Canteiros de Obras: **Proposta Baseada em Estudo de Caso**. Porto Alegre, 2000. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2000.
- AMARAL, T. G.; Brandão, C. M.; Elias, K. V., Braga, P. B. Identificação de perdas por improvisação em canteiros de obra. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, volume 15, REEC, 2019.
- AMARAL, T.G, Braga, P. B, Elias, KV, & Brandão, CM (2021). Método dinâmico para identificar e analisar desperdícios por make-do em canteiros de obras. **Gestão & Produção**, 28(3), e5676. <https://doi.org/10.1590/1806-9649-2021v28e5676>
- AMARAL, T. G. A., Braga, P. B. D, Vieira, S.V, & Barros Neto, J. P. (2022). Relations Between Preconditions, Categories and Impacts of Making-do Wastes. **Proceedings of the 30th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC30)**, 1111-1122. doi.org/10.24928/2022/0219
- AMARAL, T. G. A., Maciel, C. C. M.; Del Grosso Filho, R. R., Pessoni, R. C. S., Paula, G. S., & Silva, S. V. S. (2023). Results of the causes and impacts of making-do wastes in production in Fortaleza, Ceará, Brazil. **Proceedings of the 31st Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC31)**, 1395–1406. doi.org/10.24928/2023/0250
- AMARAL, T. G. , Filho, R. R. D. G. , Pessoni, R. C. S. & Barkokebas, B. 2024. The Relationship Between Making-Do Waste and Good Management Practices in the Construction Industry: A Systematic Literature Review, **Proceedings of the 32nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 32)** , 328-340. doi.org/10.24928/2024/0122
- BERNARDES, M. M. S. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas da construção**. 2001. Tese (Doutorado) –

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2001.

CBIC. Setor da construção civil recupera empregos em janeiro, segundo CAGED. **Informativo da Indústria da Construção**. Newsletter, edição 128, 2018. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2018/03/CBIC_newsletter_128.pdf>. Acesso em: 14 de jan. 2024.

COSTA, Helder Gomes. Auxílio multicritério à decisão: método AHP. Rio de Janeiro: **Abepro**, 2006.

CNI. **Confederação Nacional da Indústria. Informativo econômico**. Disponível em: <<https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2023/08/final-informativo-selic-1325-agosto-23.pdf>>. Acesso em: 14 de jan. 2024.

DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério. **Editora Atlas SA**, 2000.

Fireman, M. C. T. **Proposta de método de controle integrado entre produção e qualidade com mensuração de perdas por making-do e pacotes informais**, Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

FORMOSO, C.T.; Soibelman, L.M.; Cesare, C.D.; Isatto, E.L. Material Waste in Building Industry: main causes and prevention. **Journal of construction engineering and management**, v. 128, n. 4, p. 316-325. 2002.

FORMOSO, C. T.; Sommer, L.; Koskela, L.; Isatto, E. L. The identification and analysis of making-do waste: insights from two Brazilian construction sites. **Ambiente Construído**, v.17, n. 3, p. 183-197, jul. /set. 2017.

FORMOSO, C. T *et al.* **Waste in construction: concepts, classifications and their role in improving the sector**, pp. 01-11. <https://docplayer.com.br/16509803-Asperdas-na-construcao-civil-conceitos-classificacoes-e-seu-papel-na-melhoria-dosetor.html>.

HOLLNAGEL, Erik; WOODS, David D. Sistemas cognitivos conjuntos: Fundamentos da engenharia de sistemas cognitivos . **Imprensa CRC**, 2005.

HORMAN, Michael J.; KENLEY, Russel. Quantificando os níveis de perda de tempo na construção com meta-análise. **Revista de Engenharia e Gestão de Construção** , v. 1, pág. 52-61, 2005.

JOSEPHSON, P.-E.; HAMMARLUND, Yngve. **As causas e custos dos defeitos na construção: um estudo de sete projetos de construção**. **Automação na construção** , v. 8, n. 6, pág. 681-687, 1999.

KITCHENHAM, Bárbara. **Procedimentos para realização de revisões sistemáticas**. Keele, Reino Unido, Keele University , v. 2004, pág. 1-26, 2004.

KOSKELA, L. Making-do – The Eighth Category of Waste. In: **Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, 12, 2004, Dinamarca. Proceedings...Dinamarca,2004

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. Thesis (Ph.D) - Technical Research Centre of Finland, Espoo, 2000.

MACHADO, R. L. **A sistematização de antecipações gerenciais no planejamento da produção de sistemas da construção civil**. 2003. Tese (Doutorado) – Programa de Pósgraduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2003.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. 2 ed. São Paulo:Cengage Learning, 2012.

OGLESBY, C. H.; PARKER, H. W.; HOWELL, G. A. **Productivity improvement in**

- construction.** McGRAW-HILL Series Engineering and Project Management, 1989, 588p.
- OHNO, T. Toyota Production System – **Beyond Large Scale Production.** Productivity Press, Cambridge, MA, 1988
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997.
- PENIWATI, Kirti. **Criteria for evaluating group decision-making methods.** *Mathematical and Computer Modelling*, v. 46, n. 7-8, p. 935-947, 2007.
- PPGEP, FCT UFG. [Site institucional], disponível em: <<https://ppgep.fct.ufg.br/p/26977-apresentacao>>. Acesso em: 14 de jan. 2024.
- Ronen, B. **The Complete Kit Concept.** *International Journal of Production*, v. 30, n. 10, p. 2457–2466, 1992.
- Santos, E. M.; Fontenele, A. D.; Machado, M. L.; Barros Neto, J. P.; Amaral, T. G. Analysis of Making-do Waste at Site in Fortaleza, Ceará, Brazil. In: **Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, 28th, Berkeley, IGLC, Berkeley, 2020.
- SANTOS, D. G. **Modelo de Gestão de Processos na Construção Civil para Identificação de Atividades Facilitadoras.** 2004. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2004.
- SANTOS, Paulo Ricardo Ramos; SANTOS, Débora de Gois. Investigação de perdas devido ao trabalho inacabado e o seu impacto no tempo de ciclo dos processos construtivos. *Ambiente construído*, v. 17, p. 39-52, 2017.
- SHIMIZU, T. **Decisão nas Organizações.** São Paulo: Atlas, 2001
- SOMMER, Lucila. **Contribuições para um método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obras.** 2010.
- WIERZBICKI, Andrzej P. **On the role of intuition in decision making and some ways of multicriteria aid of intuition.** *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, v. 6, n. 2, p. 65-76, 1997.

**CAPÍTULO 2: RELAÇÃO DAS PERDAS
POR *MAKING-DO* E AS BOAS PRÁTICAS
GERENCIAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL:
UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO DA
LITERATURA**

**RELAÇÃO DAS PERDAS POR *MAKING-DO* E AS SOLUÇÕES
GERENCIAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO
BIBLIOMÉTRICO DA LITERATURA**

**RELATIONSHIP OF MAKING-DO WASTES AND MANAGEMENT
SOLUTIONS IN CIVIL CONSTRUCTION: A SYSTEMATIC
LITERATURE REVIEW**

Renato Rafael Del Grosso Filho

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP)
Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT) - Universidade Federal de Goiás (UFG)
Aparecida de Goiânia, GO, Brasil

Tatiana Gondim do Amaral

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP)
Programa de Pós-graduação em Administração Pública (PROFIAP)
Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás (UFG)
Aparecida de Goiânia, GO, Brasil

Beda Barkokebas

Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago (UC)

RESUMO

A necessidade do mercado da construção civil em aumentar o controle, desempenho, reduzir desperdícios e impactos ao meio ambiente é de extrema importância. Com o objetivo de compreender e contextualizar o processo de gestão da construção e auxiliar os gestores na tomada de decisões, este estudo tem como objetivo investigar estudos por meio de uma revisão sistemática da literatura que abordem a relação entre boas práticas de gestão e perdas por *making-do*. A busca dos artigos foi realizada nas bases de dados Scopus, Science Direct e Web of Science. Este diagnóstico revelou as boas práticas de gestão apresentadas na literatura, que podem ser atividades facilitadoras ou boas práticas que reduzam as perdas por *making-do*, garantam o cumprimento dos requisitos mínimos do kit completo ou a resiliência do processo. As categorias de lacunas de conhecimento foram estruturadas em: indústria 4.0 e 5.0, big data, tomada de decisão multicritério, simulação de eventos discretos, resiliência e revisão de literatura.

Palavras-chave: *Making-do* . Perdas. *Lean Construction*. Retrabalho. Planejamento.

ABSTRACT

The need within the construction market to increase control, performance, reduce waste and impacts on the environment is of utmost importance. In order to fully understand and contextualize the construction management process and help managers make decisions, this study aims to investigate studies through a systematic literature review which address the

relationship between good management practices and wastes from making-do within good construction practices. The search for articles was conducted in the Scopus, Science Direct and Web of Science databases. This diagnosis revealed the good management practices presented in the literature, which can be facilitating activities or good practices that reduce wastes from making-do, guarantee compliance with the minimum requirements of the complete kit or the resilience of the process. The categories of knowledge gaps were structured into: Industry 4.0 and 5.0, Big Data, Multi-criteria decision making, Discrete event simulation, Resilience and Literature review.

Keywords: Making-do . Wastes. Lean- construction. Rework. Planning.

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil torna-se competitivo quando o mercado e a segmentação impõem tal perspectiva, exigindo qualidade e desempenho das empresas construtoras. Conseqüentemente, é necessário aumentar o controle, o desempenho, reduzir os desperdícios e os impactos no meio ambiente (ADEWUYI *et al.* 2014; ANSAH *et al.*, 2016). Dentro desse ambiente propício para aplicação de princípios e conceitos como os da construção enxuta, com a finalidade de se obter redução de custos, desperdícios, melhorar a previsibilidade e aumentar a transparência, dentre outros aspectos.

A utilização de conceitos de construção enxuta no planejamento, execução e controle dos fluxos operacionais e seus processos na construção civil garante que o custo da produtividade seja alcançado com o mínimo de recursos disponíveis. Assim, o alto custo de produção dentro do processo de construção civil está relacionado aos desperdícios que existem ao longo dos processos construtivos e deve ser entendido como qualquer ineficiência na utilização de equipamentos, materiais, mão de obra e capital (FORMOSO *et al.*, 1997; Viana *et al.*, 2012).

Os defensores do pensamento enxuto argumentam que a redução e eliminação do desperdício, direciona para o aprimoramento das conversões (WOMACK e JONES, 1996). A medição de desperdícios tem sido amplamente utilizada na indústria de transformação para avaliar o desempenho dos sistemas de produção, pois geralmente permite apontar áreas de potenciais melhorias e identificar as principais causas de ineficiência (OHNO 1988; DINIS-CARVALHO *et al.*, 2015).

A análise das áreas de melhoria potencial e a identificação das principais causas de ineficiência garantem a existência de um kit completo de atividades. O conceito de kit completo foi apresentado por Ronen (1992), que é o conjunto de componentes, desenhos, documentos e informações necessárias para completar uma determinada montagem, submontagem ou

processo, destacando a importância de iniciar as atividades somente quando estiverem reunidos todos os recursos necessários para sua execução.

Um importante aumento na construção enxuta foi a designação por Koskela (2004) de uma nova categoria de perdas, as perdas do *making-do*, apoiada no conceito de kit completo proposto por Ronen e adicionada à amplamente conhecida e aplicada lista de Ohno (1997) e Shingo (1989).

Desde então, pesquisas relacionadas a formas de utilização do conceito de perda por *making-do* para minimizar ou eliminar atividades que não agregam valor ao processo têm sido desenvolvidas em diversas etapas do ciclo de vida (desde a concepção do projeto até a manutenção), como na preparação de projetos, na logística de canteiros de obras (Ghanem *et al.*, 2018); na cadeia de abastecimento e seus relacionamentos (Taggart, Koskela e Rooke, 2014); na folga de produção (Fireman, Saurin e Formoso, 2018); no desenvolvimento ou ampliação de métodos ou ferramentas, virtuais ou não, para facilitar a identificação dessas perdas (Sommer, 2010; Fireman, 2012; Leão; Formoso; Isatto, 2016); ou identificar outras perdas numa discussão de causa e consequência em relação à perda do *making-do* (Formoso *et al.*, 2011; Fireman, Formoso e Isatto, 2013; Santos e Santos, 2017; Pérez, Costa e Gonçalves, 2016; Pérez; Costa, 2018);

O processo de gestão é a sequência lógica de quatro etapas: planejar, organizar, dirigir e controlar para atingir determinado objetivo. Nesse sentido, Almeida (2002) enfatiza que a gestão de processos envolve avaliar cada fase do processo e buscar a melhor forma de executá-lo com excelência. Assim, destaca-se a importância do gestor e do conceito de resiliência, que para Hollnagel e Woods (2005) é a capacidade de reconhecer, adaptar-se e absorver variações, mudanças, perturbações, rupturas e surpresas, especialmente aquelas para as quais o sistema não foi projetado pois é a partir deles que ocorre o processo de gestão.

Diante do exposto, este estudo se propõe a investigar o desenvolvimento de trabalhos sobre as relações entre boas práticas de gestão e prejuízos decorrentes do *making-do* na construção civil por meio de uma revisão sistemática da literatura (RSL), a fim de compreender e contextualizar o processo de gestão da construção civil e auxiliar os gestores na tomada de decisões.

Trabalhos encontrados na fase de pesquisa bibliométrica indicam que a incorporação de boas práticas pode reduzir perdas (Grosskopf, 2013). Confirmam também que as atividades que não acrescentam valor representam mais de metade de todas as atividades de um projeto (Daniel *et al.*, 2019; Nassri *et al.*, 2023).

As boas práticas na área da construção podem ser entendidas como soluções utilizadas para

suprimir interrupções em alguma atividade no canteiro de obras (Mesquita, 2014), mas também podem ser vistas como a melhor forma identificada por um profissional para concluir uma tarefa de forma satisfatória. Permitem uma melhor gestão dos processos de forma a favorecer a redução do desperdício de materiais (Cleto, 2011). Isso significa que boas práticas não possuem uma definição unânime na literatura e podem ser aplicadas a diversas áreas do conhecimento. Destacamos aqui aquelas boas práticas utilizadas nos canteiros de obras e que se baseiam na filosofia da construção enxuta, que podem ser chamadas de boas práticas enxutas ou apenas práticas enxutas (Liker; Meier, 2007).

A adoção de boas práticas nos canteiros de obras leva à melhoria de aspectos que abrangem esse ambiente (Grosskopf, 2013). Segundo o autor, há redução no cronograma executivo dos projetos, diminuindo atrasos, bem como melhora na qualidade, redução de custos, além de cooperar com a redução dos impactos ambientais, sendo tudo considerado entre os benefícios causados pela adoção dessas práticas.

Uma RSL visa identificar um conjunto de estudos concluídos que abordam uma determinada questão de pesquisa e avaliar seus resultados para destacar conclusões sobre um determinado assunto por meio de um protocolo. O protocolo RSL utilizado neste trabalho é detalhado na seção de materiais e métodos.

Assim, as boas práticas de gestão levantadas podem ser técnicas, conceitos, atividades facilitadoras ou boas práticas desde que reduzam as perdas por *making-do*, garantam o cumprimento dos requisitos mínimos do kit completo ou a resiliência do processo. Estas boas práticas foram organizadas em cada fase do ciclo de vida da construção de acordo com o seu histórico ou potencial de aplicação. As fases do ciclo de vida da construção foram definidas com base nos conceitos propostos por Gobin (1993).

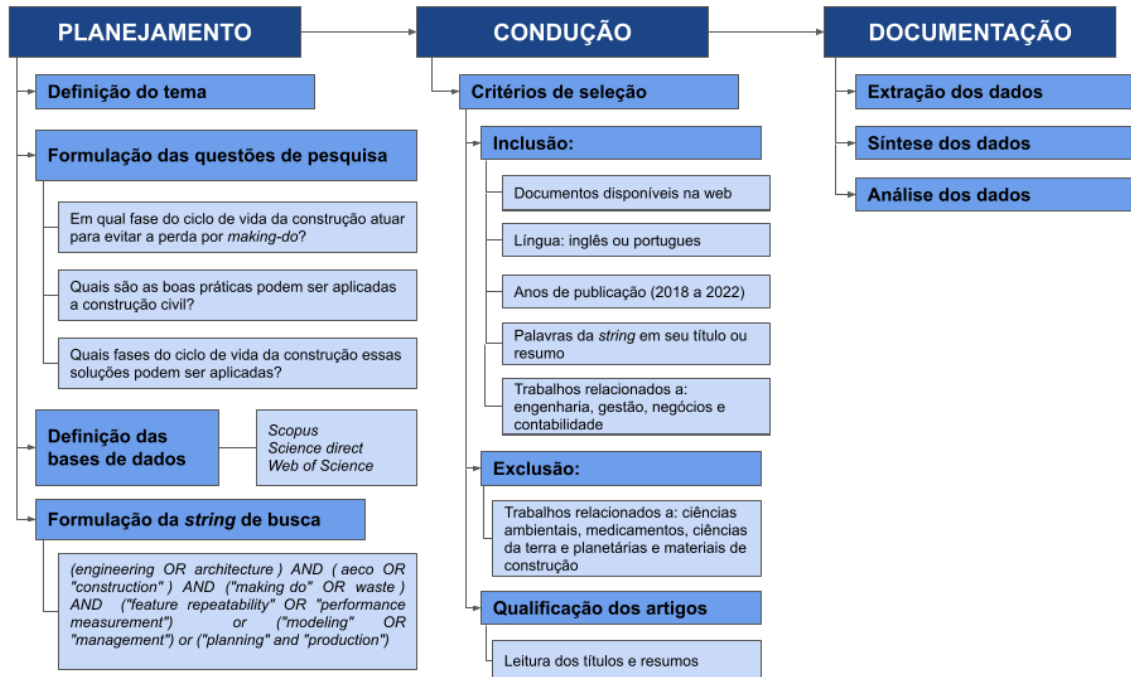
2 MÉTODO

2.1 Materiais e métodos

A Revisão Sistemática da Literatura (RSL), é uma revisão planejada para responder um problema específico, utilizando métodos explícitos e sistemáticos para identificar, selecionar e avaliar os estudos e então analisar criticamente os dados presente nestes que se relacionam com as questões de pesquisa (ROTHER, 2007).

A fim de se definir o método para elaboração do mapeamento sistemático da literatura, utilizou-se as diretrizes propostas por Kitchenham (2004), dividindo o estudo em três estágios descritos na Figura 4.

Figura 4-Método da revisão sistemática da literatura (RSL)



Fonte: Dos autores.

2.2 Etapas da pesquisa

➤ Planejamento.

Durante a etapa de planejamento, definiu-se como tema o estudo as diferentes boas práticas relacionadas à construção civil e como as falhas gerenciais influenciam nas perdas dentro dos canteiros de obra, com o objetivo de se definir em qual fase do planejamento deve-se atuar para evitar a perda por *making-do*.

Assim, formulou-se as seguintes questões de pesquisa: “Quais são as boas práticas aplicáveis à construção civil?” e “Em quais fases do planejamento essas boas práticas podem ser aplicadas?” Para a execução da RSL, foram levantados os dados de artigos publicados nas seguintes bases de dados: *Scopus* (acesso em: <https://www.scopus.com/>), *Science Direct* (acesso em <https://www.sciencedirect.com/>) e *Web of Science - SciELO Citation Index* (acesso em: <https://www.webofscience.com/>). A escolha destas bases de dados justifica-se pelo maior número de artigos relacionados às áreas de pesquisa de engenharia e gestão. Essas bases de dados possuem resumos e citações de artigos abrangendo títulos nacionais e internacionais em nos campos científico e técnico. Estas bases de dados dispõem de ferramentas que permitem analisar o impacto de um artigo, bem como ranking de periódicos, perfis de autores, número de artigos publicados por um periódico e frequência de uso de termos científicos, possibilitando

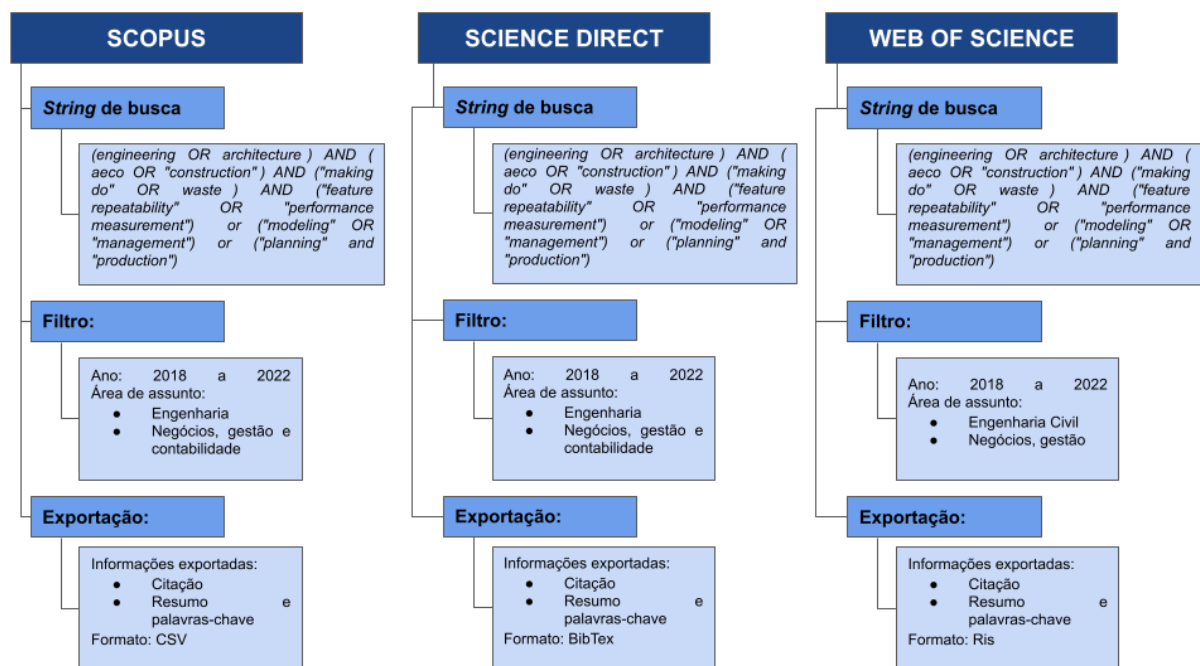
uma análise das tendências de publicação.

Em todas as plataformas de busca utilizou-se a busca avançada, com a seguinte *string* de busca: *(engineering OR architecture) AND (aeco OR "construction") AND ("making do" OR waste) AND ("feature repeatability" OR "performance measurement") or ("modeling" OR "management") or ("planning" and "production")*.

- **Condução.**

Na Figura 5 está descrita a metodologia de seleção e extração dos artigos nas bases de dados pesquisadas.

Figura 5-Método de pesquisa nas bases de dados



Fonte: Dos autores.

A partir da coleta de dados, todos os documentos obtidos neste estágio foram importados para o website *Rayann* (acesso em <https://rayann.ai/>) e os estudos nele gerenciados. Iniciou-se a escolha dos documentos seguindo o protocolo: Remoção dos arquivos duplicados;

Seleção e exclusão a partir da leitura de título e em seguida dos resumos, seguindo os seguintes critérios;

Definição de critérios de inclusão:

- Trabalhos relacionados a: engenharia, gestão, negócios e contabilidade.
- Documentos disponíveis na web;
- Língua: inglês ou português;
- Publicações feitas nos últimos 4 anos (2018 a 2022);
- Palavras da *string* em seu título ou resumo.

Definição de critérios de exclusão:

- Trabalhos relacionados a: ciências ambientais, medicamentos, ciências da terra e planetárias e materiais de construção.
- Trabalhos que não se enquadram dentro dos critérios de inclusão.
- Documentação.

Durante a etapa de documentação, buscou-se realizar-se a análise bibliográfica. Essa análise considerou os seguintes parâmetros: os artigos selecionados, autores, número de publicações anuais, local e instituição de publicação e principais palavras chaves.

Para as análises dos dados dos artigos selecionados, utilizou-se o *Microsoft Excel*®, que teve como função padronizar os dados relevantes como título, autores, ano, ano de publicação e referências para uso no software *Microsoft Power BI*®.

3 RESULTADOS

As pesquisas nas bases conforme método representado na figura 2 retornaram ao total 1411 trabalhos, em que 36 foram descartados por estarem repetidos em diferentes bases de dados. Assim, analisou-se 1375 publicações distribuídas conforme gráfico 1. A base que apresentou o maior número de resultados foi a *Web of Science* com 40,87%, seguida pela *Scopus* com 29,74% e *Science Direct* com 29,38% dos trabalhos.

Após seleção e exclusão das publicações repetidas, iniciou-se a etapa de seleção dos artigos. Os resultados dessa etapa estão apresentados na Tabela 1. Foram selecionados após a leitura do título 173 artigos (12% do total) e em seguida após leitura do resumo o número reduziu para 114 (8% do total). Neste trabalho, não se obteve nenhum artigo por meio da amostragem bola de neve (*snowball sampling*). Desta forma manteve-se em 114 o número de artigos analisados.

Tabela 1-Quantitativo de artigos nas etapas da RSL

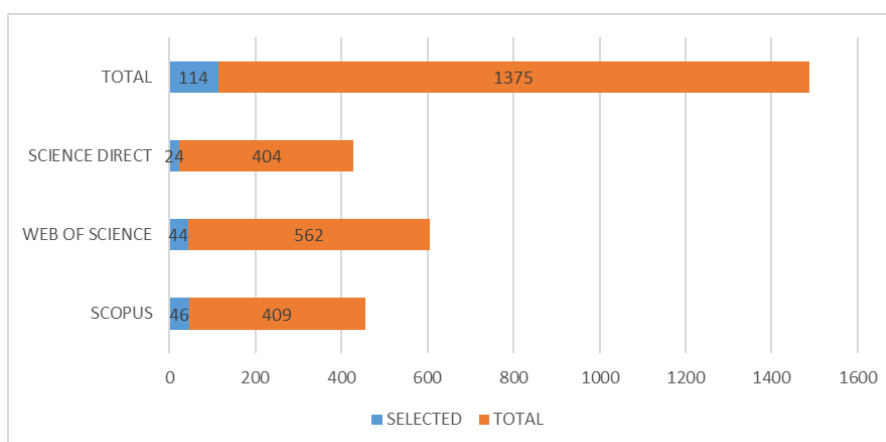
ETAPA	RESULTADO
ENCONTRADO EM TODAS AS BASES	1411
ENCONTRADO EM TODAS AS BASES (EXCLUINDO REPETIDOS)	1375
SELECIONADOS APÓS LEITURA DO TÍTULO	173
SELECIONADOS APÓS LEITURA DO TÍTULO E RESUMO	114

Fonte: Dos autores.

A relação entre o total de publicações nas bases de dados e as publicações selecionadas após leitura de título e resumo seguindo os critérios de inclusão e exclusão descritos na metodologia estão representados no gráfico 2. A base que apresentou o maior número de artigos selecionados foi a *Scopus* com 40,36%, seguida pela *Web of Science* com 38,60% e *Science*

Direct com 21,04%.

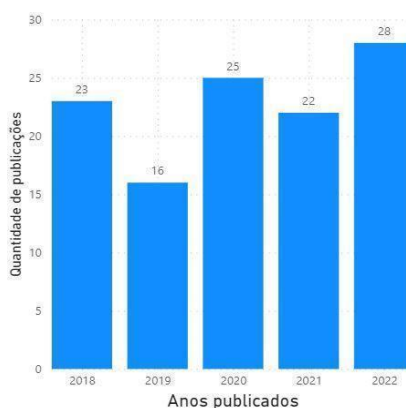
Gráfico 2-Quantitativo de publicações selecionadas por base de dados



Fonte: Dos autores

Com o uso do *Power BI*, criou-se um *dashboard* interativo com um resumo dos principais resultados das análises feitas. Estas iniciaram a partir da análise da quantidade de publicação ao longo dos anos, demonstrado no Gráfico 3. O recorte temporal determinado neste trabalho foi entre 2018 e 2022, com o objetivo de selecionar as publicações mais recentes sobre o tema proposto. Assim, observou-se uma pequena variação do número de trabalhos publicados entre o período determinado, destacando os anos de 2020 e 2022 como os de maior número de publicações, 25 e 28 trabalhos publicados respectivamente.

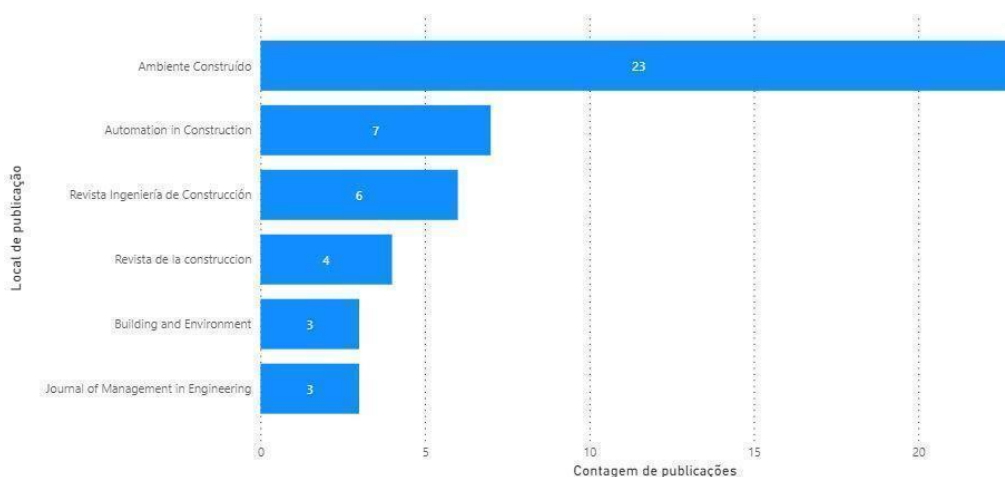
Gráfico 3-Número de artigos publicados ao longo dos anos



Fonte: Dos autores

As análises seguem com o local de publicação dos artigos. O número de instituições que publicaram mais de um artigo da amostra selecionada foi baixo. As que tiveram mais de 3 publicações estão demonstradas no gráfico 4. Destaque para a revista *Ambiente Construído* que apresentou 23 publicações, correspondendo a 20,17% do total da amostra. Semelhantemente, constatou-se uma baixa recorrência de autores escrevendo mais de um artigo como é mostrado na Tabela 2.

Gráfico 4-Número de publicações por instituição



Fonte: Dos autores

Tabela 2-Número de publicações por instituição

Autores	Quantidade
Araya	3
Carlos Torres	2
Cezar Augusto	2
Eduardo Luis	2
Felipe	2
Gardner N.	2
Joao de Paula	2
Qian L	2
Sikora K.S	2
Cruz	2
Hawusler M.H.	2
Xing W.	2
Zhang Y.	2

Fonte: Dos autores.

Analisou-se a recorrência das principais palavras que aparecem no título e resumo dos artigos selecionados, representado na nuvem de palavras (Figura 6). Por meio desta é possível identificar temáticas que apesar de não estarem abordadas na *string*, estão presentes nas pesquisas, como por exemplo: a centralidade é formada pelos termos “*waste*” e “*industry*”, evidenciando que grande parte das publicações estão relacionadas a perdas em indústrias. De maneira relevante, temos os termos “*construction*” e “*building*” trazendo destaque para o tema de estudo desta revisão. Outro fato interessante é que, mesmo os termos “BIM” e “*Lean*” não estarem presentes na *string*, foram termos de grande ocorrência nos trabalhos selecionados. Essa presença demonstra uma integração entre os assuntos presentes nos termos da *string*, principalmente ao relacionar os conceitos desses termos com os termos da *string*: “*feature*”

Figura 7-Fases do ciclo de vida tradicional de empreendimentos de construção civil

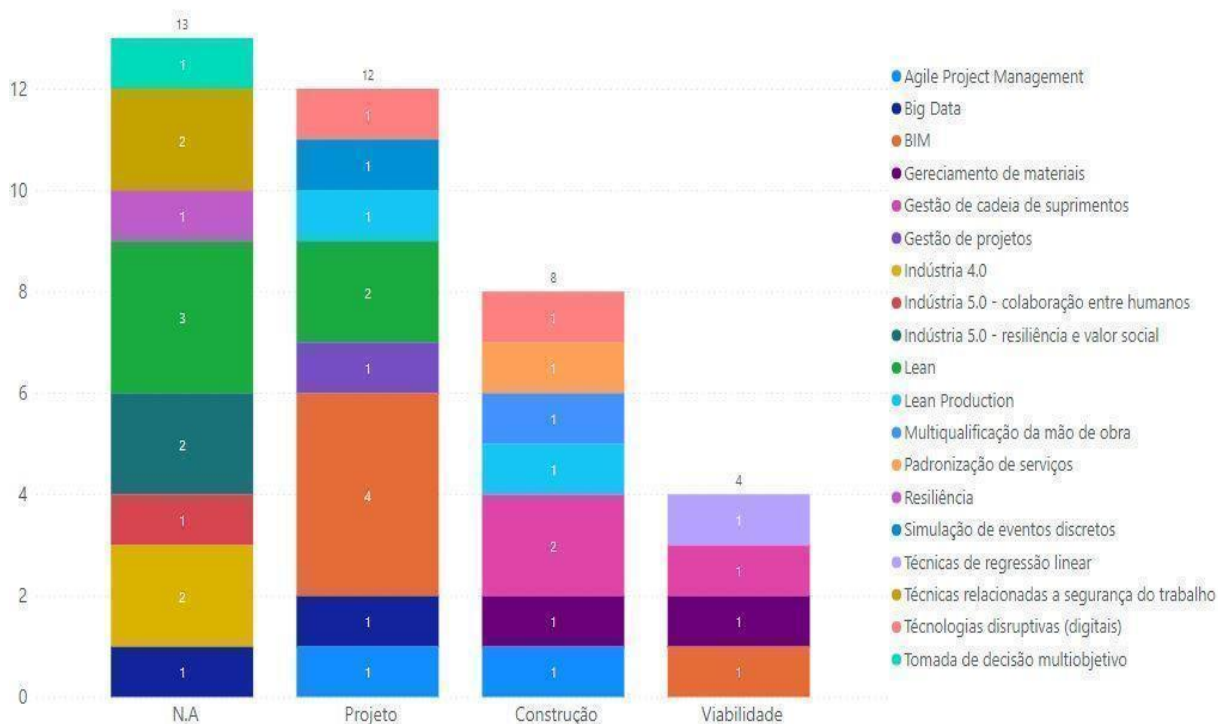


Fonte: Adaptado de Gobin (1993)

As fases do ciclo de vida da construção para esta análise foram divididas seguindo as três categorias propostas por Gobin (1993), conforme detalhado na figura 7. Porém, a etapa de programação é substituída por “Concepção e viabilidade” para melhor caracterizá-la. Assim, os resultados foram divididos e analisados seguindo as etapas do ciclo de vida da construção: “Concepção e viabilidade”, “Projeto” e “Construção”. Uma quarta categoria foi criada chamada “N.A.” (não aplicável) para artigos que analisaram o tema em outro setor que não o da construção.

A partir da leitura completa dos artigos foi possível identificar boas práticas utilizadas em diferentes tipos de indústrias e que podem ser utilizadas nas fases do ciclo de vida da indústria da construção. O Quadro 2 e o Gráfico 5 ilustram a distribuição das boas práticas destacadas nos artigos em cada fase do ciclo de vida da construção, bem como aquelas que não foram aplicadas na indústria da construção, mas apresentaram aplicabilidade e resultados satisfatórios em outras indústrias.

Gráfico 5-Distribuição das soluções de gestão nos artigos seleccionados nas bases de dados no ano de 2022 por fase do ciclo de vida da construção



Fonte: Dos autores

Quadro 2-Distribuição das boas práticas durante o ciclo de vida da construção

	VIABILIDADE	CONSTRUÇÃO	PROJETO	NA	TOTAL
BIM	1		4		5
LEAN			2	3	5
GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS	1	2			3
GERENCIAMENTO ÁGIL DE PROJETOS		1	1		2
BIG DATA			1	1	2
TECNOLOGIAS DISRUPTIVAS (DIGITAIS)		1	1		2
INDÚSTRIA 4.0				2	2
INDÚSTRIA 5.0				2	2
LEAN PRODUCTION	1	1	1		3
GESTÃO DE MATERIAIS		1			1
TÉCNICAS RELACIONADAS A SEGURANÇA DO TRABALHO				1	1
SIMULAÇÃO DE EVENTOS DISCRETOS			1		1
INDÚSTRIA 5.0 - COLABORAÇÃO HUMANA	1			1	2

TÉCNICAS DE REGRESSÃO LINEAR	1				1
TOMADA DE DECISÃO MULTIOBJETIVA				1	1
MULTI QUALIFICAÇÃO DA FORÇA DE TRABALHO		1			1
GERENCIAMENTO DE PROJETOS			1		1
RESILIÊNCIA				1	1
PADRONIZAÇÃO DOS SERVIÇOS		1			1
TOTAL	5	8	12	12	37

Fonte: Dos autores

Foram identificadas lacunas de conhecimento relacionadas às boas práticas de gestão no contexto da indústria da construção (Quadro 3). Estes foram divididos e analisados em categorias, e os trabalhos que utilizam a revisão de literatura como método foram separados na categoria “Revisão Sistemática”, pois apresentam diversas lacunas sobre o tema abordado.

As lacunas de conhecimento apresentadas no Quadro 3 evidenciam a carência de estudos focados em ferramentas que possam ser instrumentais no planejamento e na tomada de decisões na construção civil. A falta de pesquisas sobre o tema resiliência e as revoluções industriais 4.0 e 5.0 é muito evidente. Esses temas envolvem ferramentas dedicadas a promover a colaboração entre humanos, resiliência, valor social e experiência do cliente, e devem ser considerados como sugestão para trabalhos futuros. Esses temas estão relacionados aos conceitos também ausentes de big data, tomada de decisão multicritério e simulação de eventos discretos, uma vez que estes estão voltados para a área do conhecimento que estuda como tratar, analisar e obter informações de um grande conjunto de dados. A análise de dados é muito importante para definir ferramentas que possibilitem a evolução da indústria da construção civil para o patamar da indústria 4.0 e 5.0.

Quadro 3-Boas práticas consideradas como lacunas do conhecimento e seus critérios de seleção

BOAS PRÁTICAS	CRITÉRIOS DE SELEÇÃO
Indústria 4.0 e 5.0	Artigos que abordam ferramentas dedicadas à colaboração entre humanos, resiliência e valor social. Pesquisas sobre os conceitos de indústria 4.0 e 5.0 na construção civil.
<i>Big Data</i>	Artigos que abordam a pesquisa de <i>Big Data</i> em segurança de construção, gerenciamento do local, conservação do patrimônio e minimização de resíduos do projeto e melhorias de qualidade.
Tomada de decisão multicritério.	Artigos que abordam a pesquisa da tomada de decisão no tópico pós-desastre usando dados concretos.
Simulação de eventos discretos	Artigos que avaliem a integração simultânea das soluções de modelagem .
Resiliência	Pesquisas relacionadas à importância da resiliência na estrutura organizacional das empresas.

Revisão da literatura	Artigos que são RSL e que apresentam diversas lacunas do conhecimento sobre os temas: <i>Lean</i> ; BIM; Soluções relacionadas a segurança do trabalho; Tomada de decisão multicritério; Gestão de cadeia de suprimentos; Gerenciamento de materiais; Tecnologias disruptivas (digitais).
-----------------------	--

Fonte: Dos autores.

Essas ferramentas estão vinculadas à área de conhecimento que trata do processamento, análise e obtenção de informações a partir de conjuntos de dados apresentados, podendo ser aplicadas às filosofias BIM e *Lean*. Essas abordagens não apenas ampliam os princípios da construção enxuta, mas também acrescentam assertividade à tomada de decisões.

Apesar de não ser mencionado explicitamente nas categorias de lacunas de conhecimento, o conceito de *making-do* pode ser considerado uma lacuna relevante. A falta de técnicas de gestão na construção civil pode fazer com que as tarefas sejam iniciadas ou continuadas mesmo na completa ausência de insumos, levando à redução do desempenho e caracterizando perdas por afazeres. Destacar esta lacuna é crucial para melhorar as práticas e a eficiência no setor da construção.

4 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da revisão sistemática da literatura foi possível cumprir o objetivo geral proposto de identificar e compreender as boas práticas mais atuais e em que fases do ciclo de vida da construção estas poderiam ser aplicadas. A busca pela compreensão dos prejuízos decorrentes do *making-do* nos canteiros de obras levou à percepção de que a utilização de determinadas boas práticas implica em ações que podem ser consideradas benéficas ao processo, mas que ainda não existem estudos que correlacionam tais boas práticas ao conceito de perdas com o *making-do*, uma vez que não foram devolvidos trabalhos após a aplicação do protocolo de pesquisa da RSL em que o termo “*making-do*” estivesse presente no título ou no resumo. As boas práticas de gestão levam ao entendimento de que devem ser estudadas aquelas que trazem benefícios ao processo e suas aplicações correlacionadas com as ocorrências de perdas de *making-do* nas diferentes etapas de desenvolvimento dos projetos de construção civil, e por isso esta questão requer que novas pesquisas sejam aprofundadas.

A quantidade de artigos publicados ao longo dos anos demonstra um interesse crescente pelo tema das soluções de gestão para as fases do ciclo de vida da construção civil, reforçando o atual contexto extremamente competitivo da construção civil.

O resultado da distribuição das soluções destacadas nos artigos em cada fase do ciclo de vida

da construção permitiu avaliar em qual fase devem ser tomadas ações para evitar desperdícios por *making-do*. A fase de projeto foi a que apresentou maior número de soluções de gestão, destacando a importância desta etapa para os resultados positivos das obras. Dentre as soluções podemos destacar para a etapa de projeto: BIM, *Lean*, gestão ágil de projetos, Big Data, simulação de eventos discretos e tecnologias digitais disruptivas.

Contudo, foi possível observar conceitos pouco explorados na indústria da construção, como: conceitos da indústria 4.0 e 5.0 como resiliência e valor social, tomada de decisão multicritério e técnicas relacionadas à segurança do trabalho. Portanto não é possível comprovar empiricamente a real eficácia da aplicação destes conceitos no desenvolvimento de projetos de construção.

Muitos artigos inseridos na categoria revisão de literatura destacam uma tendência predominante de análises teóricas e revisões conceituais relacionadas à construção civil. No contexto da indústria da construção brasileira, é necessário avançar ainda mais com trabalhos que relacionam na prática os conceitos de: *Lean*, BIM, soluções relacionadas à segurança do trabalho, tomada de decisão multicritério, gestão da cadeia de suprimentos, gestão de materiais e tecnologia disruptiva (digital), demonstrando a aplicação eficaz de conceitos na indústria da construção.

No campo do *Lean* e do BIM, é importante a realização de pesquisas empíricas, com estudos de caso brasileiros, que destaquem como essas filosofias são implementadas em projetos reais no Brasil, destacando casos de sucesso e desafios enfrentados, fornecendo dados relevantes sobre a eficácia do essas abordagens e relacionando-se com conceitos como produtividade, pacotes de serviços formais e informais e ocorrência de improvisações e resiliência de processos.

Sobre soluções relacionadas à segurança do trabalho, gestão da cadeia de suprimentos, gestão de materiais. Coletar esses dados e analisá-los por meio de métodos que apoiem a tomada de decisão multicritério é crucial, integrando esses conceitos às práticas cotidianas no canteiro de obras. Isso contribuiu para a consolidação dessas metodologias e boas práticas e forneceria dados que orientarão o gestor na tomada de decisões e práticas de melhoria contínua.

Considerando as tecnologias disruptivas, que são aquelas que revolucionam e melhoram significativamente as ferramentas, bem como os novos serviços e produtos, é fundamental estudá-las para aplicação dentro do canteiro de obras. Estudos que apresentem novas tecnologias como BIM, internet das coisas, gestão eficiente de dados e realidade aumentada podem fornecer perspectivas interessantes sobre o cenário real de aplicação da tecnologia nas

construtoras brasileiras.

Portanto, influenciar pesquisas aplicadas a estudos de caso é essencial para preencher a lacuna entre teoria e prática na construção civil, portanto, estudos que relacionem os desperdícios do *making-do* na construção civil com os conceitos da indústria 4.0 e 5.0, Big Data, métodos de tomada de decisão multicritério, simulação de eventos discretos e resiliência podem ser sugeridos como trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS CAPÍTULO 2

ANSAH, RICHARD HANNIS; SOROOSHIAN, SHAHRYAR; MUSTAFA, SHARIMAN BIN . Lean construction: an effective approach for project management. **ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences**, v. 11, n. 3, p. 1607-1612, 2016.

ADEWUYI, T. O.; IDORO, G. I.; IKPO, I. J. **Empirical evaluation of construction material waste generated on sites in Nigeria. Civil Engineering Dimension**, v. 16, n. 2, p. 96-103, 2014.

AMARAL, T. G.; BRANDÃO, C. M.; ELIAS, K. V., BRAGA, P. B. Identificação de perdas por improvisação em canteiros de obra. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, volume 15, REEC, 2019.

AMARAL, T. G.; BRANDÃO, C. M.; ELIAS, K. V., BRAGA, P. B. Dynamic method to identify and analyze waste by *making-do* in *construction* sites. **Gestão & Produção**. 2021.

AMARAL, T. G. A., BRAGA, P. B. D, VIEIRA, S.V, & BARROS NETO, J. P. Relations Between reconditions, Categories and Impacts of *Making-do* Wastes. **Proceedings of the 30th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC30)**, 1111-1122. Edmonton, Canada, 2022. doi.org/10.24928/2022/0219

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS SOLUÇÕES. **NBR 12721**: Avaliação de custos de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios. Rio de Janeiro, 2005.

CBIC. **Cresce dificuldade para contratar mão de obra qualificada na construção civil. Informativo da Indústria da Construção**. 2022. Disponível em: < <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2022/04/apresentacao-pesquisa-mao-de-obra-2-fase-v3.pdf> >. Acesso em: 12 ago. 2022.

CLETO, M; QUINTEIRO, L. Gestão de projetos através do DMAIC: um estudo de caso na indústria automotiva. **Revista Produção Online**, v. 11, n. 1, p. 210-239, 2011.

DANIEL, E.I.; GARCIA, D.; MARASINI, R.; OSHODI, O. Improving Construction Management Practice in the Gibraltar Construction Industry. In: **Annual**

Conference Of The International Group For Lean Construction, 27th, 2019, Dublin, Ireland. Proceedings [...] Ireland. 2019.

DINIS-CARVALHO J., MOREIRA, F., BRAGANÇA, S., COSTA E., ALVES, A., SOUSA, R. **Waste Identification Diagrams, Production Planning and Control**, Accepted for publication, 2014.

FÄRE, ROLF; GROSSKOPF, SHAWNA; LOVELL, CA KNOX. The measurement of efficiency of production. **Springer Science & Business Media**, 2013.

FIREMAN, M. C. T. **Proposta de método de controle integrado entre produção e qualidade com mensuração de perdas por *making-do* e pacotes informais**. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

FORMOSO, C.T.; SOMMER, L.; KOSKELA, L.; ISATTO, E. L. An Exploratory Study on the Measurement and Analysis of *Making-do* in *Construction* Sites. In: **Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, 19th, Lima, 2011. Proceedings... Lima, 2011.

FORMOSO, C. T.; SOMMER, L.; KOSKELA, L.; ISATTO, E. L. The identification and analysis of making-do waste: insights from two Brazilian construction sites. **Ambiente Construído**, v. 17, n. 3, p. 183-197, jul. /set. 2017.

GHANEM, Malek *et al.* A new perspective of construction logistics and production control: An exploratory study. In: **Annual Conference of the International Group for Lean Construction. International Group for Lean Construction (IGLC)**, 2018. p. 992-1001.

GOBIN, C. Le cycle conception-construction-maintenance, la démarche proactive, une méthodologie reproductible à d'autres opérations. In: **BOBROFF, J. (ORG.)**. La gestion de projet dans la construction – enjeux, organisation, methodes et metiers. Paris, École Nationale des Ponts et Chaussées, 1993. p.67-82.

JAVANMARDI, A.; ZHANG, Y.X.; LIU, Y.C.; YANG, S.J.; YU, X.X.; LIU, M.; HSIANG, S.M. Manager Perception and Decision for Making-do in China v.s. In the U.S. In: **ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION**, 27., Dublin, 2019.

KITCHENHAM, BARBARA. **Procedures for performing systematic reviews**. Keele, UK, Keele University, v. 33, n. 2004, p. 1-26, 2004.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford University Stanford, CA, 1992.

KOSKELA, L. An Exploration Towards a Production Theory and its Application to

- Construction. Thesis (Ph.D) – **Technical Research Centre of Finland**, Espoo, 2000.
- KOSKELA, L. Making-do – The Eighth Category of Waste. In: **Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, 12, 2004, Dinamarca. Proceedings...Dinamarca, 2004.
- LEÃO, C. F. **Proposta de Modelo Para Controle Integrado da Produção e da Qualidade Utilizando Tecnologia de Informação**. Porto Alegre, 2014. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.
- LIKER, J. K. ; MEIER, D. **O modelo Toyota-manual de aplicação: um guia prático para a implementação dos 4Ps da Toyota**. Bookman Editora, 2007.
- MESQUITA, V. F. **Desenvolvimento de jogo didático para tornar prático o uso das atividades que contribuem para a melhoria de processo: elevação da alvenaria estrutural**. 2014.
- NASSRI, Soraya *et al.* **Labor waste in housing construction projects: an empirical study**. Smart and Sustainable Built Environment, v. 12, n. 2, p. 325-340, 2021..
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- RONEN, B. **The Complete Kit Concept**. Int. J. Prod. Res., Vol. 30 No. 10, pp. 2457 – 2466. 1992.
- ROTHER, E.T. Revisión sistemática X Revisión narrativa. **Acta paulista de enfermagem**, v. 20, p. v-vi, 2007.
- SANTOS, D.G. **“Modelo de gestão de processos na construção civil para identificação de atividades facilitadoras”**, Doutora Diss. Pos-Graduação no Programa de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.
- SANTOS, P. R. R.; SANTOS, D. de G. Investigação de perdas devido ao trabalho inacabado e o seu impacto no tempo de ciclo dos processos construtivos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 39-52, abr./jun. 2017.
- SANTOS, E. M.; FONTENELE, A. D.; MACHADO, M. L.; BARROS NETO, J. P.; AMARAL, T. G. Analysis of Making-do Waste at Site in Fortaleza, Ceará, Brazil. In: **Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 28th, Berkeley, IGLC**, Berkeley, 2020.
- SHINGO, S. **A Study of the Toyota Production System**. New York: Productivity Press: 257 p., 1989.

SOMMER, L. **Contribuições Para Um Método de Identificação de Perdas Por improvisação em Canteiros de Obras. Porto Alegre**, 2010. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

TAGGART, Martin; KOSKELA, Lauri; ROOKE, John. The role of the supply chain in the elimination and reduction of construction rework and defects: an action research approach. **Construction management and economics**, v. 32, n. 7-8, p. 829-842, 2014. Viana, D.D., Formoso, C.F.,

VIANA, Daniela Dietz; FORMOSO, Carlos Torres; KALSAAS, Bo Terje. Waste in construction: a systematic literature review on empirical studies. In: ID Tommelein & CL Pasquire, **20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction**. San Diego, USA. sn, 2012. p. 18-20.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. Beyond Toyota: **How to root out waste and pursue perfection**. Harvard business review, v. 74, n. 5, p. 140-151, 1996.

**CAPÍTULO 3: RESULTADOS DAS CAUSAS
E IMPACTOS DAS PERDAS POR *MAKING-
DO***

RESULTADOS DAS CAUSAS E IMPACTOS DAS PERDAS POR *MAKING-DO*

RESULTS OF THE CAUSES AND IMPACTS OF MAKING-DO WASTES

Renato Rafael Del Grosso Filho

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP)
Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT)- Universidade Federal de Goiás (UFG)
Aparecida de Goiânia, GO, Brasil

Tatiana Gondim do Amaral

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP)
Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT)- Universidade Federal de Goiás (UFG)
Aparecida de Goiânia, GO, Brasil

RESUMO

Este artigo tem como objetivo apresentar as possíveis relações entre os pré-requisitos, categorias e impactos das perdas por *making-do* a partir dos dados de não-conformidade fornecidos pela *Quizquality* de seis empresas participantes do INOVACON. A partir da análise dos pré-requisitos faltantes relacionados à cidade de Fortaleza, foi possível constatar que mão-de-obra (52,75%), materiais e componentes (26,69%) e tarefas interdependentes (5,90%) apresentaram os desperdícios mais associados. As principais categorias relacionadas aos desperdícios são ajustes de componentes (53,84%), sequenciamento (21,01%) e armazenamento (9,76%). As informações de pré-requisito destacadas para os casos de Goiânia foram motivadas pela ausência de projetos, plantas, estudos ou procedimentos que deveriam fornecer informações necessárias para a execução dos pacotes de trabalho que estavam indisponíveis, pouco claros e/ou incompletos. Com base nesses resultados, as ações determinadas são a necessidade de melhorar a gestão da informação para cooperar para que não haja erros decorrentes de projetos incompletos ou dificuldade em repassar as informações necessárias aos funcionários responsáveis pela execução do serviço/obra.

Palavras-chave: Improvisação, pré-requisitos, categorias, impactos, pacotes de trabalho.

ABSTRACT

This paper aims to present the possible relationships between the prerequisites, categories, and impacts of making-do wastes from the non-conformity data provided by the Quizquality of six companies participating in INOVACON. From the analysis of the missing prerequisites related to the city of Fortaleza, it was possible to see that labor (52.75%), materials and components (26.69%), and interdependent tasks (5.90%) presented the most associated wastes. The main

categories related to wastes are component adjustments (53.84%), sequencing (21.01%), and storage (9.76%). The highlighted prerequisite information for the Goiania cases was motivated by the absence of projects, blueprints, studies, or procedures that should provide necessary information to execute work packages which were unavailable, unclear, and/or incomplete. Based on these results, the determined actions are the need to improve information management to cooperate so that there are no errors arising from incomplete projects or difficulty in passing on necessary information to the employees responsible for performing the service/work.

Keywords: Making-do, prerequisites, categories, impacts, work packages.

1 INTRODUÇÃO

É um objetivo comum entre as comunidades acadêmica e técnica tornar o setor da construção civil mais competitivo. Para tanto, torna-se necessário aumentar os controles em todas as fases do projeto e o desempenho de processos e produtos, bem como reduzir as perdas de produção e de materiais, além de reduzir os impactos ao meio ambiente (ADEWUYI, IDORO e IKPO, 2014; ANSAH, SOROOSHIAN e MUSTAFA, 2016).

Dessa forma, as empresas têm desenvolvido ações que proporcionam melhorias nos processos construtivos, a fim de evitar que ocorram falhas, perdas, acidentes e/ou retrabalho, garantindo, assim, melhorias no nível organizacional, na redução de custos, no cumprimento de prazos, na minimização de erros e na qualidade e produtividade. Estudos realizados em diferentes países indicam que as perdas na construção civil representam uma porcentagem relativamente alta dos custos da produção (FORMOSO *et al.*, 2002; FORMOSO *et al.* 2017; HWANG *et al.*, 2009; KOUSHKI, KARTAM, 2004; LOVE, LI, 2000; LEÃO, 2014; LEÃO *et al.*, 2016).

No setor da construção civil, altos custos de produção estão relacionados às perdas ao longo dos processos construtivos e devem ser entendidas como qualquer ineficiência no uso de equipamentos, materiais, mão de obra e capital (FORMOSO *et al.*, 2017; VIANA; FORMOSO; KALSAAS, 2012).

No panorama atual do setor da construção civil, a produtividade é uma preocupação constante de qualquer construtora, para se estabelecer no mercado de forma competitiva, que está enfrentando uma grande concorrência em virtude das exigências cada vez maiores, por parte dos clientes, que desejam produtos com qualidade adequada e desempenho satisfatório.

Não obstante, estratégias gerenciais vêm sendo adotadas pelas empresas construtoras com o objetivo de melhorar o desempenho organizacional e construtivo. Neste sentido, a implementação da construção enxuta, baseada no Sistema Toyota de Produção (STP) e na Qualidade Total, torna-se uma resposta à cultura de improvisação em canteiros de obras, a qual

pode ser comprovada por diversas implementações em todo o mundo.

Para propiciar uma cultura de “perda zero” dentre seus colaboradores, a Toyota criou uma classificação de perda voltada a torna-las visíveis e facilitar a identificação das suas causas, denominada “Sete Perdas” (Shingo, 1989). Segundo Ohno (1988), desperdício ou perda se refere a todos os recursos de produção que só aumentam os custos e não agregam valor ao produto, explicitadas através das sete grandes categorias de perdas adotadas pelo STP.

Soilbelman (1993) alerta que a redução de perdas deve-se considerar que existe um nível aceitável de perdas, o qual só pode ser reduzido por meio de mudanças significativas no nível de desenvolvimento tecnológico e gerencial da empresa. Assim, o referido autor classifica as perdas em: inevitáveis (ou perda natural) e evitáveis, em que os custos de ocorrência são substancialmente maiores que os custos de prevenção.

Nesse contexto, diversas teorias surgem ou sofrem evoluções. É sabido, porém, que, para a construção enxuta, um importante incremento foi a designação por Koskela (2004) de uma nova categoria de perdas, *making-do*, acrescentada a lista amplamente conhecida e aplicada de Ohno (1988) e Shingo (1989).

Numa trajetória da história *Lean*, observa-se que os termos trabalho inacabados, trabalho em progresso (*work in progress*), *buffer*, retrabalho, terminalidade do trabalho, interrupção do trabalho, foram reconceituados, no sentido de passarem a ser associados ao *making-do*. Porém, é importante salientar que esses termos já existiam antes da evolução da teoria da construção enxuta. Assim como, Ronen (1992) e Koskela (2000) já traziam em seus trabalhos as bases teóricas para o *making-do*, destacando-se que o último se apoiou no primeiro para estabelecer o kit completo (pré-requisitos para executar determinada tarefa).

Koskela, Bolviken e Rooke (2013) apontam o *making-do* como uma perda central na construção, por ser a possível causa principal de outras perdas.

Segundo Koskela (2004), a perda por *making-do* ocorre quando uma atividade no canteiro se inicia sem que haja todos os pré-requisitos necessários, ou quando, sua execução continua mesmo se um ou mais pré-requisitos não estão mais disponíveis.

Ronen (1992) denominou esse conjunto de pré-requisitos de kit completo e afirma que existem duas consequências, as técnicas e as comportamentais. Além dessas consequências, Koskela (2004) adicionou a perda de segurança causada pelo *making-do*; essa perda de segurança que é o resultado das condições anormais da fabricação.

Desde então pesquisas relacionadas a formas de utilizar o conceito da perda por *making-do* para minimizar ou eliminar atividades que não agregam valor ao processo, vêm sendo desenvolvidas,

seja em várias etapas do ciclo de vida (da concepção do projeto à manutenção), como na preparação do projeto (Koskela *et al.*, 1996; Grosskopf; Menezes; Santos, 2004; Santos, 2013; Neve; Wandahl, 2018), na logística de canteiro de obras (Ghanem *et al.*, 2018, Perez *et al.*, 2015); na cadeia de suprimentos (Taggart, Koskela e Rooke, 2014); nas folgas na produção (Fireman, Saurin e Formoso, 2018); no desenvolvimento ou no incremento métodos ou ferramentas, virtuais ou não, para facilitar a identificação dessas perdas (Sommer, 2010, Fireman, 2012, Leão; Formoso; Isatto, 2016); ou identificando outras perdas, numa discussão de causa e consequência com relação à perda por *making-do* (Koskela *et al.*, 2019; Formoso *et al.*, 2011; Fireman; Formoso; Isatto, 2013; Santos; Santos, 2017; Pérez, Costa e Gonçalves, 2016; Pérez; Costa, 2018).

Diversos estudos foram realizados buscando identificar causas e efeitos da perda por *making-do* na construção, destacando-se Sommer (2010) e Fireman (2012). Porém, poucos são os trabalhos dedicados a buscar identificar relações causa-efeito específicas associadas com este tipo de perda.

Em um destes estudos, Spohr e Isatto (2018) sustentam que as associações entre causas e efeitos do *making-do* são bastante diversas, sendo algumas muito próximas e centrais, ao passo que outras são bastante diversas e periféricas, o que sugere que a atenção gerencial visando a redução das perdas por *making-do* deva se concentrar em um conjunto mais central de efeitos. Todavia, devido ao reduzido número de casos estudados, os resultados obtidos naquele estudo não permitem uma generalização mais ampla, no sentido de identificar as associações entre cada uma das causas e efeitos individualmente considerados, ou os mecanismos que governam tais relações em particular, apontando uma lacuna a ser explorada.

O método de identificação de perdas, proposto por Sommer (2010) e depois complementado por Fireman *et al.* (2013) e Santos e Santos (2017), apresenta três grupos. O primeiro é utilizado para identificar os pré-requisitos ausentes nos pacotes de trabalho, o segundo para identificar as categorias de perdas mais afetadas, enquanto o último faz uma avaliação dos impactos das perdas.

No planejamento são definidos os pacotes de trabalho a serem executados e as perdas por *making-do* são identificadas quando não há condições de trabalho e, por isso, são utilizadas alternativas ou improvisações para que o trabalho não seja interrompido. A aplicação do método deve considerar que essas perdas podem ou não gerar algum impacto na produção, não prejudicando a execução dos pacotes. Sendo assim, é necessário primeiro identificar quais são as atividades que podem levar a essas ou a outras perdas no processo de produção (SOMMER,

2010).

Destaca-se que as perdas por *making-do* podem ocorrer de diferentes formas, existem inúmeras combinações possíveis de pré-requisitos, categorias e impactos no ambiente da construção civil. Autores destacam que as improvisações estão presentes em todas as etapas do canteiro, dificultando identificá-las e evitá-las, sendo necessário um controle rigoroso dos processos construtivos, investimentos em mudança cultural propícia à improvisação e padronização (AMARAL *et al.*, 2019; SANTOS *et al.*, 2020, FORMOSO *et al.*, 2002; JOSEPHSON; HAMMARLUND, 1999; HORMAN; KENLEY, 2005; FORMOSO *et al.*, 2017; OHNO, 1997).

Formoso *et al.* (2011), Leão (2014), Formoso *et al.* (2015), Formoso *et al.* (2019), Fireman & Formoso (2013), Saurin e Sanches (2014) e Kalsaas (2012) relataram dificuldades na identificação e classificação das perdas por *making-do*, apontando assim para a necessidade de se aprimorar os métodos utilizados.

Destaca-se ainda na literatura por vários autores é a necessidade de desenvolver análises mais quantitativas e os limites aceitáveis das perdas por *making-do* (SAURIN; SANCHES, 2014; (AMARAL *et al.*, 2019; SANTOS *et al.*, 2020, FORMOSO *et al.*, 2002; JOSEPHSON; HAMMARLUND, 1999; HORMAN; KENLEY, 2005; FORMOSO *et al.*, 2017).

Destaca-se, por outro lado, que apenas o levantamento de perdas por *making-do* não fornece informações suficientes para que o gestor evite completamente que estas perdas ocorram em seu próximo empreendimento ou tarefa. Para facilitar o feedback ao gestor, a análise direcionada dos impactos também é importante, pois permite que o gestor priorize as correções necessárias em direção a uma obra mais eficiente possível.

Formoso *et al.* (2011), Leão *et al.* (2014), Formoso *et al.* (2015), Fireman *et al.* (2013), Saurin e Sanches (2014) e Kalsaas (2012), relataram dificuldades na identificação e classificação das perdas por *making-do*, apontando para a necessidade de se aprimorar os métodos utilizados e desenvolver análises mais quantitativas e os limites aceitáveis das perdas por *making-do*, destacando a necessidade de priorização de tomada de decisões por parte do gestor, ou seja, em vez de o gestor concentrar seus esforços em corrigir todas as intercorrências identificadas em canteiro, ele poderá concentrar energia, recursos e gestão nas etapas que contribuem com maior impacto, a fim de alcançar melhores resultados nos pontos mais críticos da obra em relação ao *making-do*.

2 OBJETIVO

O presente artigo tem como objetivo determinar um protocolo de classificação capaz de

apresentar as possíveis correlações entre os pré-requisitos, categorias e impactos das perdas por *making-do*, a partir dos dados de não conformidades fornecidos do *Quizquality* de seis empresas participantes do INOVACON. Além de comparar os resultados de levantamentos similares das empresas de Goiânia/GO.

3 MÉTODO

No Quadro 4 detalham-se as atividades utilizadas para compreensão e implementação do protocolo de classificação das perdas por *making-do* nas empresas construtoras . A conscientização do problema e compreensão da gestão permitiu entender os desafios enfrentados pelas empresas construtoras, compreendendo o modelo e os desafios críticos de gestão. Ao envolver os principais tomadores de decisão foi possível ter uma visão abrangente do problema e analisar os planejamentos das empresas. A fase de sugestão e desenvolvimento garantiu que as classificações fossem práticas e ajustadas à realidade da empresa. Por fim, a avaliação e validação do protocolo asseguraram a assertividade do protocolo, e a disseminação promoveu a adoção de melhorias para o processo de tomada de decisão. Essas etapas foram fundamentais para a estruturação do protocolo de classificação das perdas por *making-do* , bem como nas análises das possíveis relações entre os pré-requisitos, categorias e impactos das perdas ao auxiliar na caracterização e compreensão das empresas que forneceram os dados de não conformidades para classificação.

Quadro 4-Atividades de compreensão e implementação do protocolo de classificação das perdas por making-do nas empresas construtoras

ATIVIDADE	PARTICIPANTE	COLETA DE DADOS
Conscientização do problema	Gestores de produção das empresas construtoras Membros da equipe Diretores das empresas construtoras	Observações não participantes em canteiros de obras para levantamentos de perdas por <i>making-do</i> Dados armazenados na plataforma de gerenciamento <i>Quizquality</i> Entrevistas sobre as rotinas e processos (estimativas de custos, problemas com falta de terminalidade, planejamento e monitoramento).
Compreensão da gestão da empresa e de seus empreendimentos	Diretores das empresas construtoras Engenheiros responsáveis pelo planejamento da empresa Gestores de produção de empresas construtoras Membros da equipe	Análises dos planejamentos de curto, médio e longo prazo dos empreendimentos.
Sugestão e Desenvolvimento	Gestores de produção de empresas construtoras Membros da equipe	Reuniões para discussões e ajuste de informação do fluxo de trabalho
Avaliação, Validação e Conclusão	Diretores das empresas construtoras Gestores de produção de empresas construtoras Membros da equipe	Reuniões de alinhamento entre os parceiros Workshop para apresentação dos resultados mais relevantes da pesquisa Rodadas de discussão com os grupos focais para validação do protocolo para levantamento e análises de perdas por <i>making-do</i>
Disseminação	Gestores de produção de empresas construtoras Membros da equipe	Palestras para disseminação do protocolo proposto para a indústria

Fonte: Dos autores

3.1 Etapas de execução

A seguir detalham-se as etapas da pesquisa.

Etapa 1: Definição de protocolo para identificação de perdas por *making-do*

A partir dos estudos prévios do grupo de pesquisa, foram propostos os protocolos para levantamento de dados. Foram definidas as causas, as categorias e os impactos das perdas por *making-do*. As perdas foram classificadas de acordo com as etapas e subetapas seguindo as predefinições da NBR 12721 (ABNT, 2005).

Os pré-requisitos foram classificados segundo os parâmetros adotados no Quadro 5 como informações, materiais e componentes, mão de obra, equipamentos ou ferramentas, espaço, tarefas interdependentes, condições externas e instalações temporárias.

As oito categorias se referem à acesso/mobilidade, ajuste de componentes, área de trabalho, armazenamento: estoque de materiais ou componentes, equipamentos/ferramentas, instalação provisória: suprimento de água e eletricidade, proteção, sequenciamento.

Os sete impactos foram classificados segundo os parâmetros adotados de diminuição da produtividade, desmotivação, perda de material, retrabalho, redução da segurança, redução da qualidade e falta de terminalidade (RONEN, 1992; KOSKELA, 2004; FIREMAN *et al.*, 2013).

Quadro 5-Parâmetros analisados para as perdas por *making-do*

Pré-requisito	Categorias	Impactos
Informação	Acesso/ mobilidade	Diminuição da produtividade
Materiais e componentes	Ajustes de componentes	Desmotivação
Mão de Obra	Área de trabalho	Perda de material
Equipamentos Ferramentas	ou Armazenamento	Retrabalho
Espaço	Equipamentos/ Ferramentas	Redução da segurança
Tarefas interdependentes	Instalações provisórias	Redução da qualidade
Condições externas	Proteção (segurança)	Falta de terminalidade
Instalações temporárias	Sequenciamento	

Fonte: Dos autores.

Etapa 2: Diagnóstico realizado em Fortaleza/CE/Brasil a partir da exportação do *Quizquality* e comparação com ao banco de dados existente

O grupo de empresas definidas na amostra integra-se ao Programa de Inovação da Indústria da Construção Civil (INOVACON) e subsidiaram esta etapa de levantamento, grupo que possui vinte anos de implantação e disseminação de *Lean* em seus canteiros de obras.

Análises preliminares de um banco de dados com 156.762 registros de conformidades e não-conformidades de materiais e serviços das empresas foram analisados. Das 8.842 não conformidades de serviços analisadas, foram classificadas 6.339 ocorrências de *making-do*. O período de análise abrangeu os anos de 2020 a 2022, período coincidente de pandemia. Os dados referem-se a sete empresas construtoras cearenses, utilizando os dados armazenados na plataforma de gerenciamento para o recebimentos dos pacotes de serviço *Quizquality*, desenvolvido pela empresa Aval Engenharia.

Etapa 3: Aprimoramento do *Dashboard* para análise de interações entre os parâmetros

A partir da classificação das informações das perdas, os dados foram integrados ao *Microsoft Power BI*® e foram escolhidos os parâmetros que foram analisados, sendo divididos em oito itens relacionados aos pré-requisitos, oito, às categorias e sete, aos impactos (Quadro 3). e partir deste grupo apresentado no Quadro 03, foram escolhidos os parâmetros que destacaram as informações, a fim de se obter uma análise mais específica e detalhada da base de dados.

A distribuição das perdas por *making-do* puderam ser interpretadas pelos gráficos do diagrama de árvore hierárquica com a análise realizada no *Microsoft Power BI*® (Figura 1) e, a partir desta análise, pode-se ser interpretada a contagem das perdas sequencialmente a partir dos pré-requisitos, categorias e impactos destas, possibilitando assim que fosse identificado quais os pré-requisitos possuem maiores influências na ocorrência das perdas e suas correlações com as demais variáveis.

As representações gráficas escolhidas para análise de dados foram: árvore hierárquica, para se obter um diagrama com as correlações entre as perdas pelas diferentes dimensões (pré-requisitos, categorias e impactos); funil, para possibilitar a análise das etapas das obras e suas correlações com as equipes de obras de maior ocorrência de perdas e faixas para identificar as relações entre os parâmetros escolhidos, e como os pré-requisitos, categorias e impactos interagem com a base de dados, por apresentarem uma melhor apresentação dos resultados analisados.

Etapa 04: Reuniões de alinhamento entre os parceiros

Foram realizadas reuniões de alinhamento com todas as empresas participantes da pesquisa para validação da classificação, apresentação e discussão dos resultados e proposição de diretrizes voltadas para a redução dos impactos e para o estabelecimento de ações voltadas para a redução de perdas no processo produtivo.

3.2 Caracterização das empresas

Na Tabela 03, caracterizou-se as empresas participantes dessas análises.

Tabela 3-Descrição dos Empreendimentos

Código Empresa	Código Obra	Obra*	Descrição	Fase Atual Execução	Área Total Emp. (m ²)	Nº de Pavimentos
M	M-E1	Aquarela Cond. Clube	Edifício residencial de médio padrão - 3 torres	Concluída	9.444,63	23
N	N-E1	Al Mare São Marcos Design	Condomínio Residencial Vertical Alto Padrão - 2 torres	Em execução	2.860,00	15
	N-E2	Ed. Mirante da Península	Edifício residencial Vertical Alto Padrão	Em execução	2.390,00	19
	N-E3	Rooftop Canuto 1000	Edifício residencial Vertical Alto Padrão	Em execução	2.480,00	30
O	O-E1	Res. POP Caucaia	Edifício residencial de baixo padrão - 11 torres	Em execução	18.700,00	4
	O-E2	Res. POP Eusébio I	Edifício residencial de médio padrão - 3 torres	Em execução	12.200,00	7
P	P-E1	Village Noble Serveur I	Edifício residencial de baixo padrão - 11 torres	Em execução	26.145,00	5
Q	Q-E1	Ed. Tribeca	Edifício residencial Vertical Alto Padrão	Em execução	2.420,00	23
R	R-E1	Sinfonia Residence	Edifício residencial Vertical Alto Padrão	Em execução	2.350,00	20

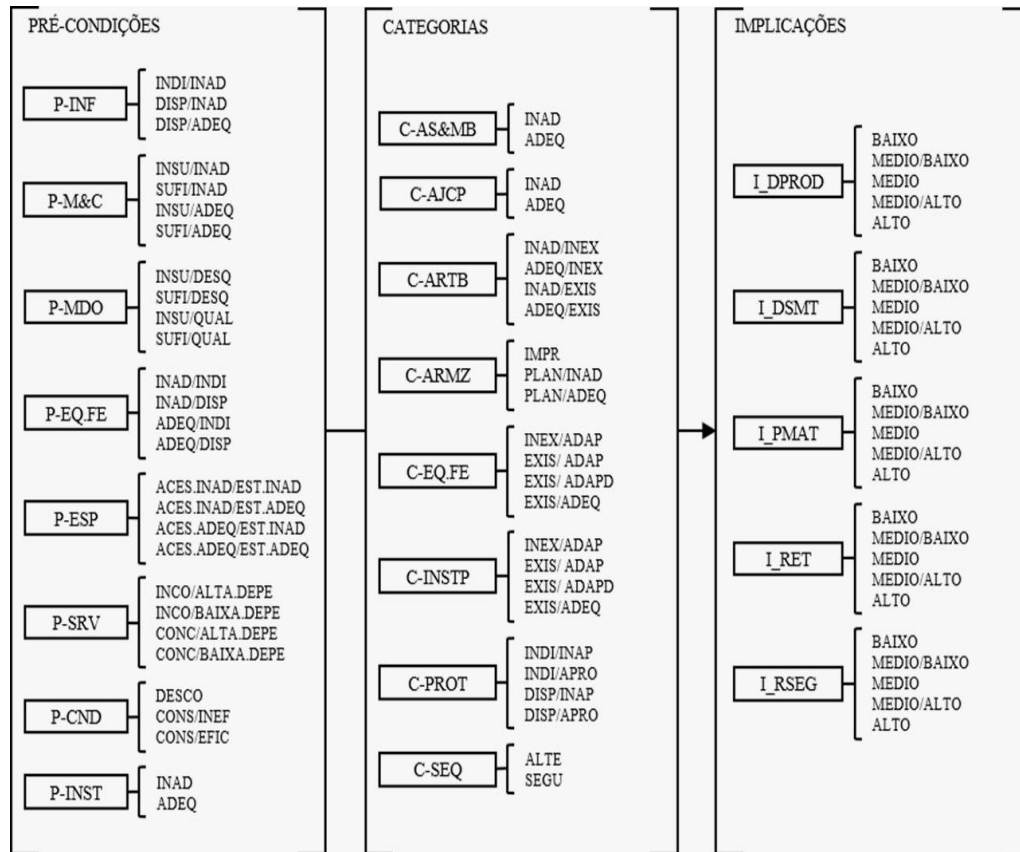
Fonte: *Quizquality*, 2022

* Os campos estão ocultos com o intuito de garantir a confidencialidade da identificação das empresas.

4 ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Buscou-se simular quantas combinações existentes poderiam resultar nas perdas por *making-do*. A Tabela 04 combina-se por oito pré-condições e oito categorias e com a definição de sete *outputs*, definindo-se assim 175000 regras, entre as combinações possíveis entre os diferentes *inputs* e os *outputs* determinados pelos autores. Precisamente, cada pré-condição é combinada com cada categoria para um dos possíveis valores de implicação.

Tabela 4- Caracterização dos Empreendimentos



Fonte: Dos autores, 2022

4.1 Base de dados analisados e parâmetros

Os 156.762 dados de conformidades e não conformidades das empresas foram analisados de acordo com a distribuição apresentada na Tabela 5. A partir dos 8.842 dados analisados de não-conformidades, 6.339 dados foram classificados. O período de análise contemplou os anos de 2020 a 2022.

A redução da base de dados para os dados classificados é justificada pela ausência de resposta ou pelas respostas inconclusivas para os campos do *Quizquality*: “característica descrição”, “resposta problema” e “resposta ação correção” das não conformidades extraídas, inviabilizando a classificação dos dados segundo a planilha utilizada pelo grupo de pesquisa.

Na Tabela 06 foram exemplificados três casos que inviabilizam a tabulação dos dados.

Tabela 5-Base de dados extraída do *Quizquality*

Empresa	Empresa	Base de Dados	Dados Analisados		Dados Classificados	
	M	63.618	6.367	10,01%	4.770	7,50%
	N	63.601	1.887	2,97%	1.077	1,69%
	O	26.923	512	1,90%	460	1,71%
	P	41	41	100%	15	36,59%
	Q	34	34	100%	17	50%
	R	2.545	1	0,04%	0	0%
Total		156.762	8.842	5,64%	6.339	4,04%

Fonte: *Quizquality*, 2022

* Os campos estão ocultos para garantir a confidencialidade da identificação das empresas.

Tabela 6- Exemplos da base de dados analisados que não foram classificados

Item	Característica Descrição	Resposta Problema	Resposta Ação Contenção
1	<i>Shafts</i> Compartimentação com ralos	<i>Shafts</i> hidráulicos trancados	Não definido
2	Paredes Pinturas e Armadores - Manchas	Quarto 01 - Manchas na parede	Repintar parede
3	Funcionamento	Não liga	Conserto

Fonte: *Quizquality*, 2022

Foi necessário analisar individualmente os 8.842 dados de não-conformidade fornecidos pelas empresas para a classificação dos dados, os quais foram tabulados no *Microsoft Excel*®.

A partir destes dados foi desenvolvido um *dashboard* no *Microsoft Power BI*® com a finalidade de proporcionar uma análise de dados interativa e escolhidos os parâmetros que seriam analisados, os quais foram divididos em oito itens relacionados aos pré-requisitos, oito às categorias e sete aos impactos para as perdas por *making-do*.

4.2 Equipes e etapas envolvidas

As não conformidades apresentadas tiveram uma concentração de 54,33% dados relacionados à etapa de revestimento e acabamento, em 19,03% destinados às instalações e aparelhos, conforme apresentado na Tabela 07.

Acredita-se que este percentual (54,33%) se relaciona com o registro mais completo das não conformidades nas etapas de inspeção final, etapa coincidente com a de acompanhamento no período de análise, com necessidades de reparações para recebimento da unidade habitacional pelo cliente, uma vez que todos os problemas identificados devem ser solucionados, resultando em uma maior recorrência de não conformidades descritas/detalhadas pela equipe envolvida no preenchimento destes dados.

Tabela 7-Perdas por etapas classificadas

Etapa	Nº	%
Revestimento e acabamentos	3.444	54,33%
Instalações e aparelhos	1.206	19,03%
Estrutura	723	11,41%
Paredes e painéis	538	8,49%
Complementação da obra	404	6,37%
Serviços iniciais	22	0,35%
Coberturas e proteções	2	0,03%
Total	6.339	-

Fonte: *Quizquality*, 2022

A partir da etapa principal de revestimento e acabamentos foram identificados problemas nas portas de madeira, tais como danos e mau de funcionamento nos batentes e alisares, necessitando de regulagens e/ou substituições. Foram identificados problemas em caimentos do piso, avarias e/ou alterações de tonalidade e/ou presenças de manchas das peças cerâmicas.

Com relação às equipes envolvidas, conclui-se que a equipe de carpinteiro, pedreiro, azulejista, servente, encanador e pintor foram aquelas que mais apresentaram não conformidades, com 22,68%, 16,26%, 14,45%, 13,87%, 9,69% e 8,69% respectivamente (Tabela 8). Destaca-se que a equipe de carpinteiro é a equipe responsável pela colocação de portas e painéis.

Tabela 8-Percentual de perdas por equipes classificadas

Equipe	nº	%
Carpinteiro	1.438	22,68%
Pedreiro	1.031	16,26%
Azulejista	916	14,45%
Servente	879	13,87%
Encanador	614	9,69%
Pintor	551	8,69%
Eletricista	304	4,80%
Vidraceiro	297	4,69%
Suprimento	109	1,72%
Técnico Segurança do Trabalho/ Engenheiro de Segurança do Trabalho	57	0,90%
Gesseiro	47	0,74%
Engenheiro Responsável	39	0,62%
Equipe de Engenharia	23	0,36%
Arquiteto	12	0,19%
Mestre de Obras	11	0,17%
Armador	4	0,06%
Soldador	4	0,06%
Projetista Elétrico/Dados	2	0,03%
Almoxarife	1	0,02%
Total	6.339	-

Fonte: *Quizquality*, 2022.

Estas equipes relacionavam-se principalmente às etapas de revestimentos, acabamentos, instalações e aparelhos, sugerindo uma necessidade de monitoramento e treinamento destas equipes para que haja uma redução destas ocorrências de não conformidades.

4.3 Correlações entre as perdas e os parâmetros analisados

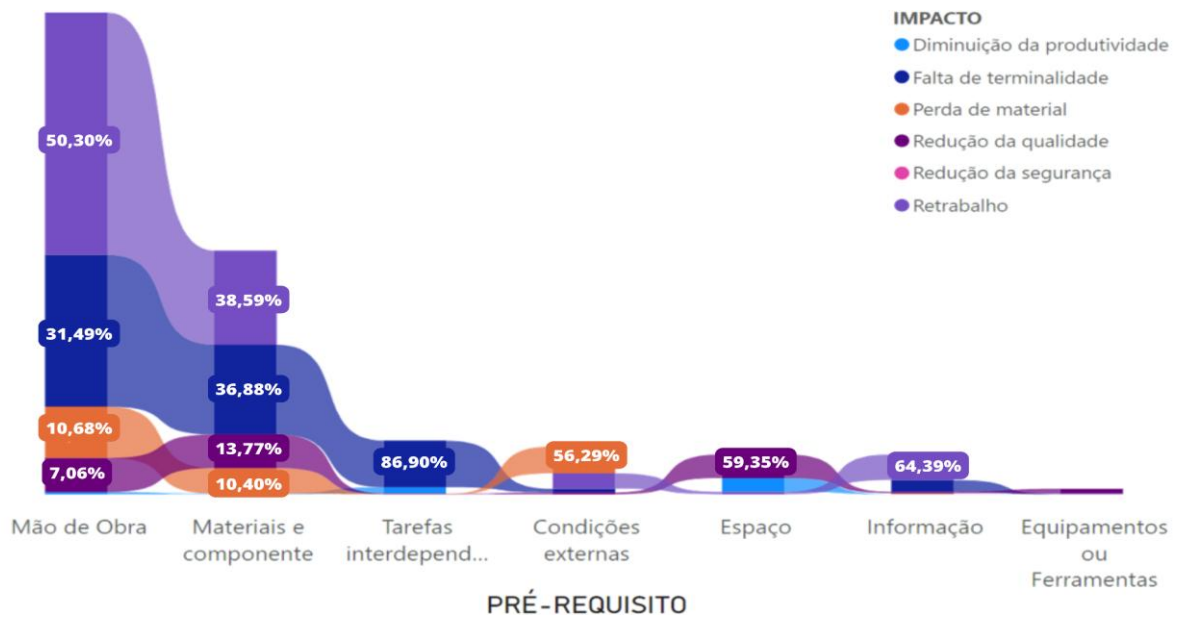
A partir das análises de não conformidades da base de dados constatou-se que a mão de obra (52,75%) e materiais e componentes (26,69%) foram os pré-requisitos que mais apresentaram perdas associadas. A Figura 1 apresenta a correlação entre as perdas entre os pré-requisitos e os impactos. Vale destacar que o período de levantamento realizado recortou levantamentos das etapas de acabamentos especificamente.

As perdas relacionadas a ausência do pré-requisito de mão de obra se relacionam aos problemas de execução na etapa de revestimentos e acabamentos (57,12%), envolvendo as equipes de pedreiro (27,06%), carpinteiro (21,02%) e azulejista (15,40%), impactando diretamente na execução e terminalidade dos serviços.

Os pré-requisitos de mão de obra e materiais e componentes impactaram em retrabalho (41,63%) e falta de terminalidade (33,27%), características que estão intrinsecamente relacionadas às características das etapas mais recorrentes (Figura 08).

As perdas relacionadas a ausência do pré-requisito materiais e componentes estavam ligadas aos problemas do fornecimento e uso do material, estando associados às etapas de revestimentos e acabamentos (51,06%) e instalações e aparelhos (16,84%), devido a aplicação de materiais não conformes (por ex.: esquadrias com avarias; revestimento cerâmico com manchas ou alterações de tonalidades) ou materiais em quantidades insuficientes (por ex.: material elétrico) ou materiais com desempenhos superiores ao que foi especificado em momentos de compra ou solicitados em projeto (por ex.: aço). Destaca-se que estas ocorrências foram registradas no período de pandemia, no qual as empresas se depararam com vários problemas de fornecimento de materiais e serviços.

Figura 8-Correlação de perdas entre os pré-requisitos e os impactos

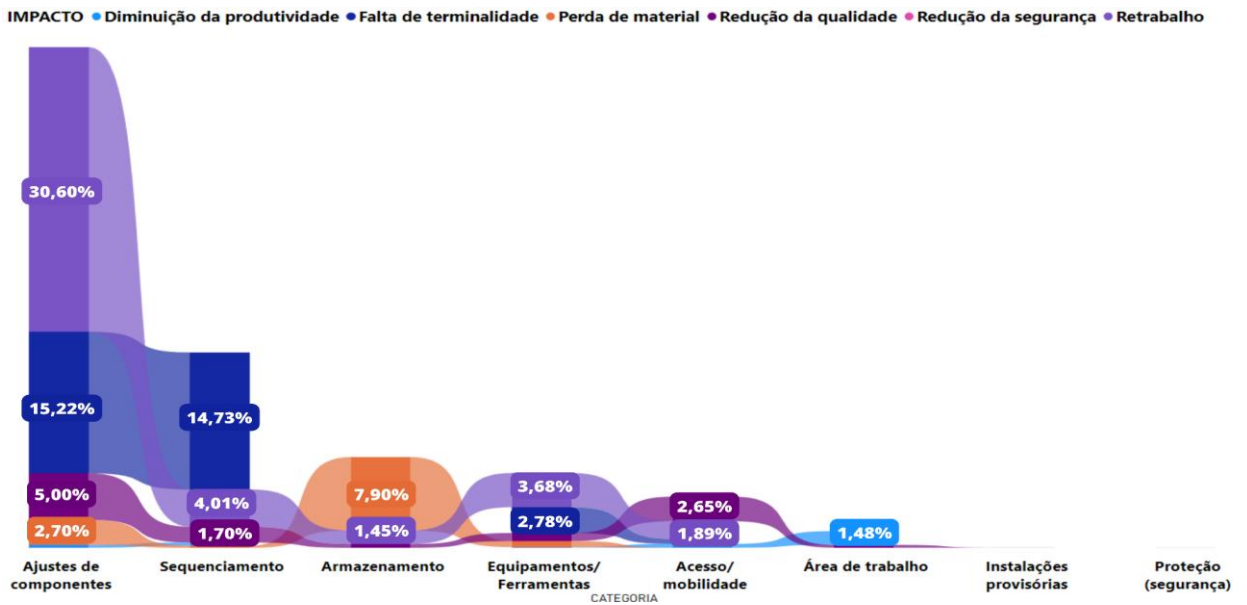


Fonte: *Quizquality*, 2022.

A categoria ajuste de componentes pode ser entendida como adequações realizadas na obra, a fim de dar celeridade ao serviço ou simplesmente adequá-lo ao que deve ser executado, justificando a sua relação com as etapas de revestimentos e acabamentos e estrutura correspondendo a 42,31% e 19,87% respectivamente dos casos identificados e instalações e aparelhos e painéis, correspondendo a 19,13% e 13,18% respectivamente dos casos identificados. O impacto dessa categoria nas etapas de estrutura e paredes e painéis ocorre com mais frequência, uma vez que a mão de obra acaba por tomar decisões em obra sem consultar os responsáveis pelo seu trabalho, resultante de dúvidas de projeto e outras orientações repassadas não claramente definidas ou acordadas.

Enquanto isso, a categoria sequenciamento possui como principal etapa associada revestimentos e acabamentos (47,52%) e como principais impactos a falta de terminalidade (70,12%), o retrabalho (19,07%) e a redução de qualidade (8,11%). A Figura 9 apresenta a correlação de perdas entre as categorias e os impactos.

Figura 9-Correlação de perdas entre as categorias e os impactos



Fonte: *Quizquality*, 2022.

Com relação a tabulação de dados das empresas com relação às atividades, etapas, pré-requisitos, categorias e impactos, os dados analisados estão resumidos de acordo com a Tabela 09 apresentada a seguir.

Tabela 9-Resultados globais das correlações entre pré-requisitos, categorias, impactos, equipes e as atividades das ocorrências de *making-do* por empresa

EMPRESAS	PRÉ-REQUISITOS			CATEGORIAS			IMPACTOS			EQUIPES	ATIVIDADES
M	1°	47,34 %	Mão de obra	1°	44,03%	Ajuste de componentes	1°	39,12 %	Retrabalho	Carpintaria	Execução de portas ou portões
	2°	31,97%	Materiais componentes ^e	2°	23,94%	Sequenciamento	2°	33,48%	Falta de terminalidade	Servente	Execução do revestimento do piso
	3°	6,96%	Condições externas	3°	12,91%	Armazenamento	3°	12,52%	Perda de material	Azulejista	Execução do revestimento do piso
N	1°	69,55 %	Mão de obra	1°	84,77 %	Ajuste de componentes	1°	46,80 %	Retrabalho	Pedreiro	Execução de formas para a superestrutura
	2°	11,42%	Materiais componentes ^e	2°	10,31%	Sequenciamento	2°	33,61%	Falta de terminalidade	Carpintaria	Execução de porta/portão metálico/madeira
	3°	9,66%	Tarefas interdependentes	3°	3,25%	Acesso/mobilidade	3°	10,96%	Perda de material	Suprimento	Execução da armação da supraestrutura
O	1°	71,09 %	Mão de obra	1°	81,96 %	Ajustes componentes ^{de}	1°	56,74 %	Retrabalho	Pedreiro	Execução de contrapiso
	2°	10,43%	Informação	2°	15,65%	Sequenciamento	2°	31,52%	Falta de terminalidade	Encanador	Infraestrutura de esgoto
	3°	9,35%	Tarefas interdependes	3°	1,09%	Área de trabalho	3°	8,04%	Redução da qualidade	Eletricista	Execução de fios e cabos
P	1°	33,33 %	Mão de obra	1°	53,33 %	Ajuste de componentes	1°	40,00 %	Retrabalho	Encanador	Infraestrutura de esgoto
	2°	26,67%	Materiais componentes ^e	2°	46,67%	Sequenciamento	2°	33,33%	Falta de terminalidade	Pedreiro	Execução de contrapiso
	3°	20,00%	Informação	3°	-	-	3°	20,00%	Perda de material	Eletricista	Execução de fios e cabos
Q	1°	58,82 %	Equipamentos ferramentas ^e	1°	88,24 %	Ajuste de componentes	1°	82,35 %	Redução da qualidade	Engenheiro responsável	Armação da estrutura
	2°	29,41%	Mão de obra	2°	11,76%	Equipamentos/ Ferramentas	2°	11,76%	Retrabalho	Azulejista	Execução do revestimento do piso
	3°	11,76%	Materiais componentes ^e	3°	-	-	3°	5,88%	Diminuição da produtividade	Carpintaria	Execução de porta/portão metálico/madeira
R	1°	-	-	1°	-	-	1°	-	-	-	-
	2°	-	-	2°	-	-	2°	-	-	-	-
	3°	-	-	3°	-	-	3°	-	-	-	-
Total	1°	52,75%	Mão de obra	1°	53,84%	Ajustes componentes ^{de}	1°	41,63%	Retrabalho	Carpintaria	Porta/Portão metálico/madeira
	2°	26,69%	Materiais componentes ^e	2°	21,01%	Sequenciamento	2°	33,27%	Falta de terminalidade	Pedreiro	Revestimento de piso
	3°	5,90%	Tarefas interdependentes	3°	9,76	Armazenamento	3°	11,50%	Perda de material	Azulejista	Execução das tomadas da supra-estrutura

Fonte: *Quizquality*, 2022

Em relação à empresa “M”, o principal pré-requisito foi de mão de obra (47,34%) , seguido por materiais e componentes (31,97%) e condições externas (6,96%). As categorias de maiores influências foram de ajustes de componentes (44,03%), sequenciamento (23,94%) e armazenamento (12,91%). Os principais impactos está apresentados no retrabalho (39,12%), falta de terminalidade (33,48%), e perda de material (12,52%).

Ao se analisar a empresa “N”, o principal pré-requisito encontrado foi o de mão de obra (69,55%) seguido por materiais e componentes (11,42%) e tarefas interdependentes (9,66%). Além disso, as categorias de maiores influências foram de ajustes de componentes (84,77%), sequenciamento (10,31%) e acesso/ mobilidade (3,25%). Sendo os principais impactos apresentados por retrabalho (46,80%), falta de terminalidade (33,61%) e perda de material (10,96%).

Com relação à empresa “O”, o principal pré-requisito encontrado foi o de mão de obra (71,09%), seguido por informação (10,43%) e tarefas interdependentes (9,35%). Além disso, as categorias de maiores influências foram de ajustes de componentes (81,96%), sequenciamento (15,65%) e área de trabalho (1,09%). Os principais impactos apresentados por retrabalho (56,74%), falta de terminalidade (31,52%) e redução da qualidade (8,04%).

Por meio da análise dos dados da empresa “P”, o principal pré-requisito encontrado foi o de mão de obra (33,33%), seguido por materiais e componentes (26,67%) e informação (20,00%). Além disso, as categorias de maiores influências foram de ajuste de componentes (53,33%) e sequenciamento (46,67%). Os principais impactos apresentados por retrabalho (4,00%), falta de terminalidade (33,33%) e perda de material (20,00%).

Em relação à empresa “Q”, o principal pré-requisito foi o de equipamentos e ferramentas (58,82%), seguido por mão de obra (29,41%) e materiais e componentes (11,76%). As categorias de maiores influências foram de ajustes de componentes (88,24%) e equipamentos/ferramentas (11,76%). Os principais impactos apresentados por redução da qualidade (82,35%), retrabalho (11,76%) e diminuição da produtividade (5,88%).

Em análise global conclui-se que os pré-requisitos de maiores influências entre as empresas são o de mão de obra (52,75%), seguido por materiais e componentes (26,69%) e tarefas interdependentes (5,90%). Em relação às categorias, as de maior ocorrência são relacionadas a ajustes de componentes (53,84%), sequenciamento (21,01%) e armazenamento (9,76%). Os principais impactos foram os de retrabalho (41,63%), falta de terminalidade (33,27%) e perda de material (11,50%).

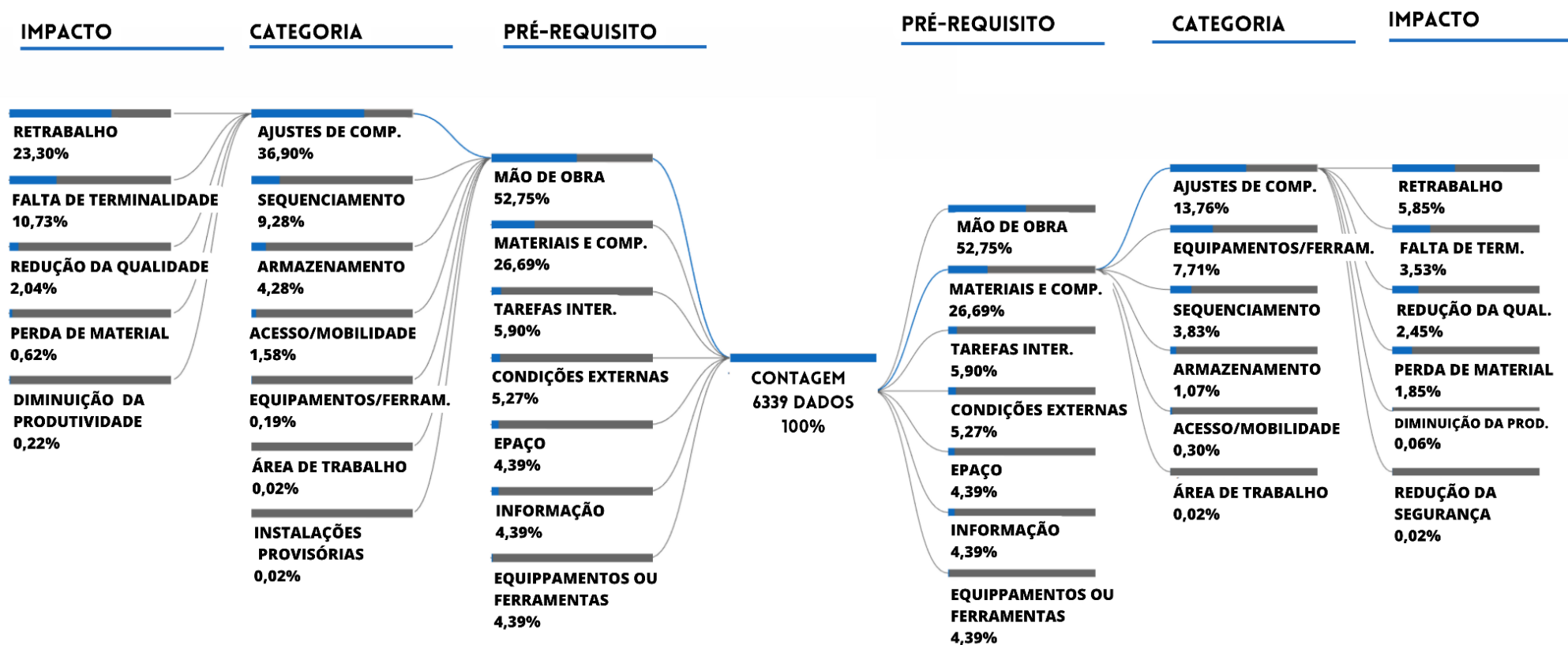
O gráfico de diagrama hierárquico apresenta as relações entre os pré-requisitos, categorias e

impactos. O centro representa o número total de impactos registrados na base de dados, enquanto a partir do valor total são destacadas, na cor azul, as quantidades e as linhas em análise, sendo diferentes entre si para ambos os lados (Figura 10).

Para os dados da cidade de Goiânia, se identificou que os pré-requisitos de maior influência são os de informação (33%) e material e componentes (18%) (Figura 11).

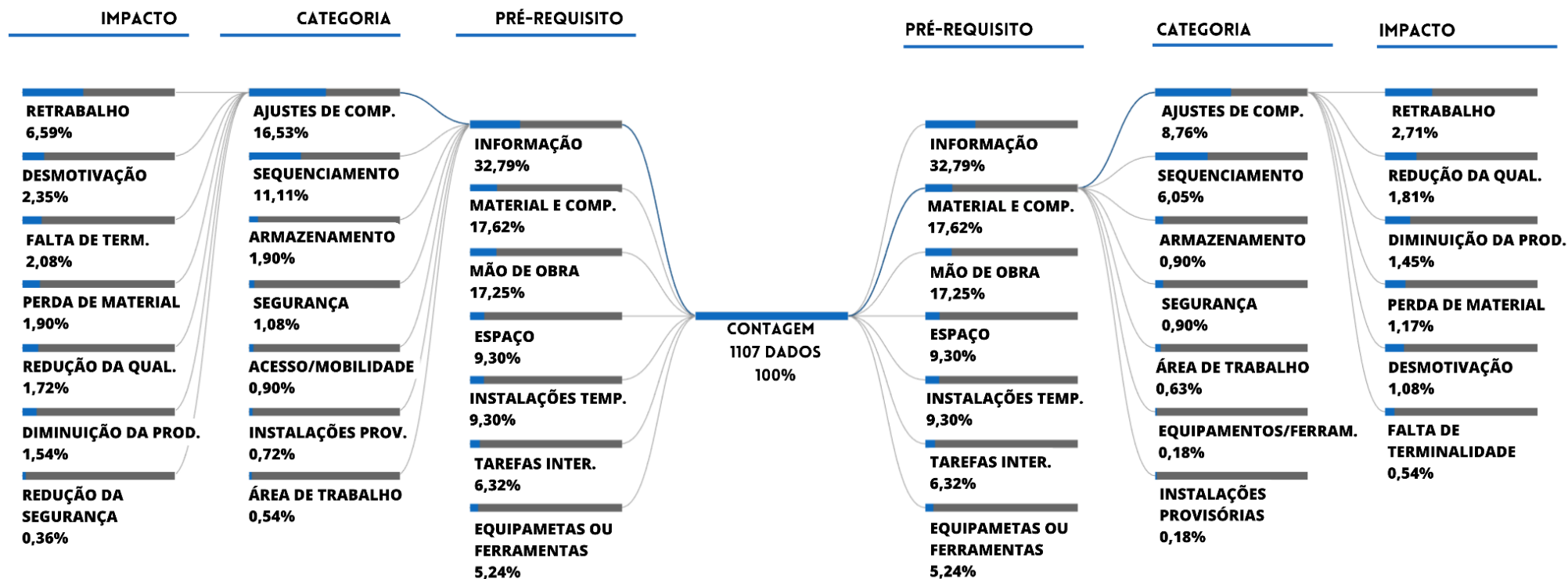
A título de comparação são apresentadas as análises entre as cidades de Fortaleza (Figura 10) e Goiânia (Figura 11).

Figura 10-Diagrama das relações entre as perdas por pré-requisito, categoria e impactos – Resultados Fortaleza



Fonte: Quizquality, 2022

Figura 11-Diagrama das relações entre as perdas por pré-requisito, categoria e impactos – Resultados Goiânia



Fonte: Dados Goiânia. Levantamento de campo, 2022

As equipes envolvidas nas análises foram: carpinteiro (22,68%), pedreiro (16,26%), azulejista (14,45%), servente (13,87%), encanador (9,69%) e pintor (8,69%) são os que apresentaram maiores não-conformidades.

A partir das análises dos pré-requisitos ausentes relacionados a cidade de Fortaleza foi possível constatar que a mão de obra (52,75%), materiais e componentes (26,69%) e tarefas interdependentes (5,90%) foram os que mais apresentaram perdas associadas. As principais categorias relacionadas às perdas, são de ajustes de componentes (53,84%), sequenciamento (21,01%) e armazenamento (9,76%). O retrabalho (41,63%), falta de terminalidade (33,27%) e perda de material (11,50%) representam os principais impactos relacionados às perdas.

Por meio desses dados, afere-se que o pré-requisito mão de obra pode ser justificado por sua indisponibilidade em termos de quantidade e/ou habilidades necessárias das equipes de trabalho, especificamente as equipes de carpintaria (22,68%), pedreiro (16,26%) e azulejistas (14,45%) que contribuíram no impacto das perdas principalmente relacionadas ao retrabalho. Tendo isso em vista, sugere-se ações voltadas para a identificação de necessidades de requalificação, monitoramentos dos serviços executados, necessidade de um dimensionamento adequado da gerência de obras para a seleção e fiscalização das empresas terceirizadas para a execução dos serviços.

A título de comparação das análises dos dados obtidos a partir dos empreendimentos da cidade de Goiânia, foi possível afirmar que os pré-requisitos de maiores influências são os de informação (32,79%), materiais e componentes (17,62%) e mão de obra (17,25%). As categorias que apresentaram mais perdas associadas foram as de ajustes de componentes (37,31%), sequenciamento (30,98%) e armazenamento (6,96%). Além disso, retrabalho (38,03%), desmotivação (11,74%) e falta de terminalidade (9,67%) representam os principais impactos relacionados às perdas.

Para os casos de Goiânia o pré-requisito em destaque, informação, foi motivado pela ausência de projetos, plantas, estudos ou procedimentos que deveriam fornecer informações necessárias ou suficientes para execução de pacotes de trabalho que não estavam disponíveis, não são claros e/ou incompletos. As equipes que mais foram associadas às perdas foram as de Pedreiro (39,57%), Engenharia (12,92%) e Mestre de obras (6,96%). Destaca-se a relação entre Incorporadoras e Construtoras características do mercado Goiano, que trazem problemas de definições e alterações de projetos ainda em fase de execução.

A partir destes resultados as ações determinadas são a necessidade da melhoria da gestão da informação, de modo a cooperar para que não haja erros advindos de projetos incompletos ou

dificuldade em repassar informações necessárias para os funcionários responsáveis pela execução do serviço.

5 CONCLUSÃO

Buscou-se neste trabalho identificar associações entre cada uma das causas e efeitos individualmente considerados, ou os mecanismos que governam tais relações e concluir que as perdas por *making-do* podem ocorrer de diferentes formas, existem inúmeras combinações possíveis entre pré-requisitos, categorias e impactos no ambiente da construção civil. Diferentes empreendimentos, regiões e culturas apresentaram pré-requisitos diferentes, assim unificar os resultados não é aplicável.

As improvisações estão presentes em todas as etapas do canteiro, dificultando identificá-las e evitá-las, sendo necessário um controle rigoroso dos processos construtivos, liberação de etapas mediante a inspeção e aprovação e investimentos em mudança cultural propícia à improvisação para tentar estabilizar o processo produtivo e garantir o trabalho padronizado.

Apenas o levantamento de perdas por *making-do* não fornece informações suficientes para que o gestor evite que estas ocorram em seu próximo empreendimento ou tarefa, mas fornece uma análise mais robusta e interativa de informações para minimizá-las. Com o estudo conclui-se que ao invés de o gestor concentrar seus esforços em corrigir todas as intercorrências identificadas em canteiro, ele poderá concentrar recursos e gestão nas etapas, equipes e processos que mais contribuem com maior impacto, ou aqueles que são mais significativos em termos de custos ou atrasos nas obras, a fim de alcançar melhores resultados. Neste levantamento em particular, esses esforços devem ser direcionados para as possíveis ações: requalificação da mão de obra, investimentos em materiais e componentes compatíveis com as dimensões estabelecidas em projetos, investimentos em planejamento de médio prazo no sentido de se eliminar as restrições, garantindo a continuidade de tarefas interdependentes, e, ainda se suma importância analisar os riscos ligados aos impactos de retrabalho que estão diretamente associados, à diminuição de produtividade, à perda de material e à falta de terminalidade e redução de qualidade.

A resiliência pode ser interpretada como a capacidade de um sistema ou indivíduo de antecipar e adaptar-se às adversidades. Um sistema resiliente deve ter a capacidade de continuar operando diante de situações imprevistas, diante de uma possibilidade de perda por *making-do*, porém com ações voltadas à proteção contra qualquer dispersão nos resultados obtidos. Acredita-se que sempre que a perda por *making-do* ocorrer irá também ocorrer uma dispersão nos resultados obtidos.

A capacidade de adaptação às mudanças, especialmente aquelas para as quais o sistema não foi projetado, é própria de organizações e de indivíduos resilientes, capazes de se adaptar-se a imprevistos e flexíveis às necessidades do próprio processo. Esta flexibilidade tem relação intrínseca com a improvisação é consequência da necessidade da adaptação de regras diante de situações adversas. As parcelas de trabalho que emergem de ações de adaptação de padrões, por meio da improvisação, são situações identificadas de natureza emergencial e com um real potencial para se tornarem parte dos padrões formais de trabalho da empresa. Devem ser consideradas como diretrizes estabelecidas para evitar a ausência das necessidades do próprio processo.

A improvisação é uma habilidade que requer o uso da criatividade e da espontaneidade com o intuito de possibilitar o alcance dos objetivos esperados para um trabalho. Ou seja, culturas mais espontâneas, como as brasileiras, poderiam ter uma maior capacidade de se adaptar-se. A questão não foi levantada neste estudo, podendo ser sugerida como trabalhos futuros. Autores como Cruz *et al.* (2022) destacam que a permissão do uso da criatividade aumenta os níveis de motivação do operário para o trabalho.

Segundo Kondo (1991), para que haja espaço para o uso da criatividade por parte do operário, os procedimentos devem ser menos detalhados, especialmente em contextos complexos. Kondo (1991) complementa que, se os objetivos, metas e as restrições estão claramente compreendidas, o trabalhador é capaz de definir de forma autônoma o melhor método do trabalho. Neste sentido, questiona-se ainda como investigação futura se precisamos de método definido para a execução das tarefas ou somente da definição das restrições? Alterando-se o formato das definições do trabalho padronizado estabelecidos pelas empresas.

A busca pela identificação do *making-do* nos canteiros de obras levou à percepção da presença de ações de improvisação que podem ser consideradas para a produção uma forma de resiliência a princípio, mas que ao final dos processos e comprovadas pelas análises que sempre causaram impactos. Essas podem vir a atrasar a obra ou a aumentar custos a cada vez que estão sendo incorporadas ao processo e a dinâmica da própria empresa, permitindo definições de improvisações para garantir que o processo não pare. As ações de improvisação levam ao entendimento de que existem aquelas que podem ser consideradas benéficas. Essas ações de improvisação que podem trazer benefícios ao processo merecem ser identificadas e investigadas, mas como classificar de forma precisa as consideradas benéficas, este questionamento direciona mais uma vez para outras pesquisas.

REFERÊNCIAS CAPÍTULO 3

ADEWUYI, T.O., IDORO, G.I., IKPO, I.J. **Empirical Evaluation of Construction Material Waste Generated on Sites in Nigeria**. Civil Engineering Dimension, 16(2), September, 96-103. <https://doi.org/10.9744/ced.16.2.96-103>. 2014.

AMARAL, T. G.; BRANDÃO, C. M.; ELIAS, K. V., BRAGA, P. B. Identificação de perdas por improvisação em canteiros de obra. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, volume 15, REEC, 2019.

ANSAH, R. H.; SOROOSHIAN, S.; MUSTAFA, S. B. *Lean Construction: An Effective Approach for Project Management*. **ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences**. Pakistan, p. 1607-1612. 2016.

CRUZ, R. J. P.; SAFFARO, F. A.; LANTELME, E. M. V. Padrões emergentes na construção civil: a padronização baseada na improvisação. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 22, n. 4, p. 299-319, out./dez. 2022. ISSN 1678-8621 **Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212022000400641>

FIREMAN, M. C. T. **Proposta de método de controle integrado entre produção e qualidade com mensuração de perdas por making-do e pacotes informais**, Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

FIREMAN, M. C. T.; FORMOSO, C. T. Integrating production and quality control: monitoring *making-do* and unfinished work. In: **Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, 21th, Fortaleza, 2013. Proceedings... Fortaleza, 2013.

FIREMAN, M.T., FORMOSO, C.T., ISATTO, E. L. Integrating Production and Quality Control: Monitoring *Making-do* and Unfinished Work, **21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction**. Fortaleza, Brazil, 2013.

FIREMAN, M. C. , SAURIN, T. A. & FORMOSO, C. T. The Role of Slack in Standardized Work in *Construction: An Exploratory Study*. In: **26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction**. Chennai, India, 18-20 Jul 2018. pp 1313-1322. 2018.

FORMOSO, C.T.; SOIBELMAN, L.M.; CESARE, C.D.; ISATTO, E.L. Material Waste in Building Industry: main causes and prevention. **Journal of construction engineering and management**, v. 128, n. 4, p. 316-325. 2002.

FORMOSO, C.T.; SOMMER, L.; KOSKELA, L.; ISATTO, E. L. An Exploratory Study on the Measurement and Analysis of *Making-do* in *Construction Sites*. In: **Annual Conference of the**

- International Group for Lean Construction**, 19th, Lima, 2011. Proceedings... Lima, 2011.
- FORMOSO, C.T.; BØLVIKEN, T., ROOKE, J.; KOSKELA, L. A Conceptual Framework for the Prescriptive Causal Analysis of *Construction* Waste. In: **Proceedings of the 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction. IGLC (23)**. IGLC.net, Perth, Australia, pp. 454-461. 2015.
- FORMOSO, C. T.; SOMMER, L.; KOSKELA, L.; ISATTO, E. L. The identification and analysis of *making-do* waste: insights from two Brazilian *construction* sites. **Ambiente Construído**, v. 17, n. 3, p. 183-197, jul. /set. 2017.
- HWANG, BON-GANG; THOMAS, S. R.; HAAS, T. C.; AND CALDAS, CARLOS H. Measuring the Impact of Rework on *Construction* Cost Performance. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 135, n. 3, p. 187-198. 2009.
- GROSSKOPF, J.; MENEZES, A.S.; SANTOS, D.G. Proposal of Activities That Facilitate Work in Order to Avoid Workflow Interruptions Caused by *Making-do*. In: **ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION**, 21., Fortaleza, 2013.
- GHANEM, M.; HAMZEH, F.; SEPPÄNEN, O.; ZANKOUL, E. A new perspective of *construction* logistics and production control: An exploratory study. **IGLC 2018 - 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction**. 2018.
- HORMAN, M. J. & KENLEY, R.. Quantifying Levels of Wasted Time in *Construction* with Meta-Analysis. **Journal of Construction Engineering and Management**. Vol. 131, Issue 1. 2005.
- KALSAAS, B.T. Further Work of Measuring Workflow in *Construction* Site Production. In: **Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, 20., San Diego, 2012.
- KOSKELA, L., LAHDENPERÄ, P., TANHUANPÄÄ, V-P. Sounding the potential of *Lean construction*: a case study. In: **Conference of the International Group for Lean Construction**, 4., 1996, Birmingham. Proceedings... Birmingham, 1996. 11p.
- KOSKELA, L.; BØLVIKEN, T.; ROOKE J. Which Are the Wastes in *Construction*? In: **Conference of the International Group for Lean Construction**, 21., Fortaleza, 2013 Proceedings... Fortaleza, 2013.
- KOSKELA, L.; SACKS, R.; ROOKE, J. A Brief History of the Concept of Waste in Production. In: **20TH Annual Conference of the International Group for Lean Construction**. 2012. Disponível em: <<http://www.iglc.net/Papers/Details/794>>. Acesso em:

14 junho, 2019.

KOSKELA, L. An exploration towards a production theory and its application to *construction*. Thesis (Ph.D) - **Technical Research Centre of Finland**, Espoo, 2000.

KOSKELA, L. *Making-do – The Eighth Category of Waste*. In: **Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, 12, 2004, Dinamarca. Proceedings...Dinamarca, 2004

KOUSHKI, P. A; KARTAM, N. Impact of *Construction* Materials on Project Time and Cost in Kuwait. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 11, n. 2, p. 126-132. 2004.

LEÃO, C.F.; FORMOSO, C.T.; ISATTO, E. L. Integrating Production and Quality Control with the Support of Information Technology. In: **ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 22, IGLC**, Oslo, 2014.

LEÃO, C. F. **Proposta de Modelo Para Controle Integrado da Produção e da Qualidade Utilizando Tecnologia de Informação**. Porto Alegre, 2014. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

LEÃO, C. F.; ISATTO, E. L.; FORMOSO, C. T. Proposta de modelo para controle integrado da produção e da qualidade com apoio da computação móvel. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 4, p. 109-124. 2016.

LOVE, P.; LI, H. Quantifying the Causes and Costs of Rework in *Construction*. **Construction Management and Economics**, v. 18, n. 4, p. 479-490. 2000.

NEVE, H.H.; WANDAHL, S. Towards Identifying *Making-do* as Lead Waste in Refurbishment Projects. In **ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 26, IGLC**, Chennai – P. 1354-1364, 2018.

OHNO, T. Toyota Production System – Beyond Large Scale Production. **Productivity Press**, Cambridge, MA, 1988.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PÉREZ, C. T.; COSTA, D. B. Developing a taxonomy of transportation waste in *construction* production processes. **Built Environ**. Project Asset Manag, 2018.

PEREZ, C.T.; SOMMER, L.; COSTA, D.B.; FORMOSO, C. T. A Case Study on Causes and Consequences of Transportation Waste. In: **Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 23, IGLC**, Australia – p. 444-453, 2015.

RONEN, B. **The Complete Kit Concept**. *International Journal of Production*, v. 30, n. 10, p. 2457–2466, 1992.

SANTOS, D.; G. **Modelo de gestão de processos na construção civil para identificação de atividades facilitadoras**, Doutora Dissertação. Pós-Graduação no Programa de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

SANTOS, P. R. R.; SANTOS, D. DE G. Investigação de perdas devido ao trabalho inacabado e o seu impacto no tempo de ciclo dos processos construtivos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 39-52, abr./jun. 2017.

SANTOS, E. M.; FONTENELE, A. D.; MACHADO, M. L.; BARROS NETO, J. P.; AMARAL, T. G. Analysis of *Making-do* Waste at Site in Fortaleza, Ceará, Brazil. In: **Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, 28th, Berkeley, IGLC, Berkeley, 2020.

SOILBELMAN, L. **As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e controle**. Dissertação de Mestrado (Mestre em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.

SOMMER, L. **Contribuições Para Um Método de Identificação de Perdas Por improvisação em Canteiros de Obras**. Porto Alegre, 2010. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SAURIN, T.A.; SANCHES, R.C. *Lean Construction* and Resilience Engineering: Complementary Perspectives of Variability. In: **Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 22**, IGLC, Oslo, 2014.

SHINGO, S. A Study of the Toyota production system from industrial engineering viewpoint. **Productivity Press**, Portland, Oregon, 1889.

SPOHR, L. S.; ISATTO, E. L. Investigando as associações entre causas e efeitos das perdas por *making-do* na construção. In: **XVII Encontro de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC)**, 2018, Foz do Iguaçu, Brazil. p. 1865. JOSEPHSON, P.E.;

HAMMARLUND, Y. The causes and costs of defects in *construction* – A study of seven building projects. **Automation in Construction** 8 (1999), pp. 681-687. 1999.

TAGGART, M., KOSKELA, L. & ROOKE, J. The role of the supply chain in elimination and reduction of *construction* rework and defects: an action research approach, **Construction Management and Economics** 32(7-8):829-42, 2014.

VIANA, D. D.; FORMOSO, C. T.; KALSAAS, B. T. Waste in *Construction*: A Systematic Literature Review on Empirical Studies. **Proceedings for the 20th Annual Conference of the International Group for *Lean Construction***. San Diego, USA. 2012.

**CAPÍTULO 4: MODELO MULTICRITÉRIO
DE DECISÃO PARA CATEGORIZAÇÃO DE
BOAS PRÁTICAS GERENCIAIS NA
CONTENÇÃO DE PRÉ-REQUISITOS
AUSENTES NAS PERDAS POR *MAKING-DO***

MODELO MULTICRITÉRIO DE DECISÃO PARA CATEGORIZAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS GERENCIAIS NA CONTENÇÃO DE PRÉ-REQUISITOS AUSENTES NAS PERDAS POR *MAKING-DO*

GROUP MULTICRITERIA DECISION FOR GOOD MANAGEMENT PRACTICES CATEGORIZING IN CONTAINING MISSING PRE-REQUIREMENTS IN *MAKING-DO* WASTES

Renato Rafael Del Grosso Filho

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP)
Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT) - Universidade Federal de Goiás (UFG)
Aparecida de Goiânia, GO, Brasil

Tatiana Gondim do Amaral

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP)
Escola de Engenharia Civil e Ambiental - Universidade Federal de Goiás (UFG)
Goiânia, GO, Brasil

Beda Barkokebas

Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago (UC)

RESUMO

Este artigo propõe um modelo de tomada de decisão multicritério, combinando as técnicas Fuzzy-Delphi e TOPSIS, para apoiar os gestores na tomada de decisões para determinar práticas de gestão com o melhor impacto para melhorar a eficiência e reduzir o desperdício, garantindo os pré-requisitos das atividades planejadas. A abordagem combinou as opiniões dos tomadores de decisão entrevistados e posteriormente integradas em uma matriz de decisão envolvendo múltiplos critérios, a subjetividade das visões na classificação das alternativas e os pesos atribuídos. O modelo proposto mostrou a diversidade de aplicação do modelo e a importância dos resultados garantindo um kit completo para redução do desperdício de fazer-fazer. Concluiu-se que as três melhores soluções de gestão que mais influenciam na garantia das atividades pré-requisitos são a padronização de processos, a simulação de eventos e as práticas Lean.

Palavras-chave: Improvisação, pré-requisitos, categorias, impactos, pacotes de trabalho.

ABSTRACT

This paper proposes a multi-criteria decision-making model, combining the Fuzzy-Delphi and TOPSIS techniques, to support managers in making decisions to determine management practices with the best impact to improve efficiency and reduce waste while guaranteeing the prerequisites of planned activities. The approach combined the opinions of decision-makers interviewed and later integrated into a decision matrix involving multiple criteria, the subjectivity of the views in classifying alternatives, and the weights assigned. The proposed model showed the diversity of the model's application and the importance of the results

guaranteeing a complete kit for reducing making-do waste. It is concluded that the three best management solutions that most influence the guarantee of the prerequisite activities are process standardization, event simulation, and Lean practices.

Keywords: Improvisation, prerequisites, categories, impacts, work packages.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a construção civil desempenha um papel crucial no desenvolvimento econômico e social, contribuindo significativamente para o PIB nacional. O setor se destaca como uma das principais bases na geração de empregos formais no país. Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) (2024), a construção civil foi responsável por 16% do total de novos empregos formais gerados em 2023, o que reforça a capacidade do setor de promover a economia, decorrente da rápida e expressiva necessidade de crescimento da infraestrutura relacionada ao aumento urbano e à melhoria na qualidade de vida.

Apesar da influência na cadeia produtiva de materiais e serviços, impactando diversos outros segmentos da economia, a indústria da construção civil enfrenta grandes desafios relacionados à baixa produtividade e qualidade Freitag (2015). Foi identificado pela Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro Firjan (2020) que o crescimento da demanda gera pressões sobre os fatores de produção, especialmente a mão de obra qualificada, criando escassez e aumento de custos. Assim, o principal desafio para o segmento nos próximos anos será obter ganhos de produtividade, aprofundando a análise dos condicionantes da mão de obra. Nesse sentido, Mattos (2019) reforça que a indústria da construção civil brasileira possui algumas limitações, evidenciando aquelas relacionadas à produtividade, ao planejamento e ao gerenciamento de projetos.

De fato, maiores custos de produção associados a desperdícios em processos construtivos são atribuídos a ineficiências na gestão de projetos e no uso de equipamentos, materiais, mão de obra e capital (Formoso et al., 2017). Vários autores ao longo dos anos, como Ohno (1988), Koskela (1992), Sommer (2010) e Amaral et al. (2023), desenvolveram estudos que destacam e reforçam a importância do planejamento, gerenciamento e controle de obras como forma de mitigação de desperdícios na indústria da construção civil. Para melhorar os problemas destacados, o foco está em conceitos voltados à melhoria do sistema produtivo, e entre as diversas soluções, a Filosofia Lean se destaca como relevante para a necessidade de aumento da qualidade do processo construtivo, padronização, alta variabilidade, redução dos custos de produção associados a desperdícios durante os processos construtivos ao fornecer princípios e ferramentas capazes de melhorar o planejamento e o controle (Koskela, 2004). Muitas empresas

do setor da construção civil enfrentam limitações relacionadas ao sistema de controle da produção (PCP), relacionadas à ausência do kit completo para o início das atividades, resultando em obras imprevisíveis, problemas que estão ligados à variabilidade nos processos produtivos e à informalização do pacote de trabalho (Koskela, 2004; Ronen, 1992). Essa falta de condições ideais de inicialização pode levar ao desperdício improvisado. Koskela, Bølviken e Rooke (2013) apontam o improvisado como resíduo central da construção civil e a principal causa de outros desperdícios.

Os termos trabalho inacabado, trabalho em andamento, *buffer*, retrabalho, conclusão de trabalho e paralisação de trabalho foram reconceitualizados ao longo da história do *lean* para serem associados ao *making-do*. No entanto, é importante notar que esses termos já existiam antes da evolução da teoria da construção enxuta. Da mesma forma, Ronen (1992) e Koskela (2000) já apresentavam a base teórica para o *making-do* em seus trabalhos, destacando que este último se baseava no primeiro para estabelecer o kit completo (pré-requisitos para executar uma tarefa específica).

Desde então, estudos têm sido desenvolvidos em vários estágios da vida para aplicar o conceito de *making-do* para minimização de resíduos ou eliminação de atividades que não agregam valor ao processo. Exemplos variam, como preparação de projeto (Neve & Wandahl, 2018), logística de canteiro de obras (Ghanem, Hamzeh, Seppänen & Zankoul, 2018), cadeia de suprimentos Taggart, Koskela & Rooke, 2014) e folga de produção (Fireman, Saurin & Formoso, 2018). Outros estudos relacionados ao *making-do* são aplicados para desenvolver ou aumentar métodos ou ferramentas para facilitar a identificação desses resíduos (Leão; Formoso et al., 2016) ou identificando outros resíduos em uma discussão de causa e consequência sobre resíduos do *making-do* (Koskela et al., 2012). Amaral et al. (2023) aprofundaram os estudos relacionados aos desperdícios improvisados ao apresentar possíveis correlações entre pré-requisitos, categorias e impactos. Eles avaliaram 6.339 itens de dados de conformidade e não conformidade em uma análise comparativa entre duas cidades diferentes, possibilitando entender o cenário de empreendimentos residenciais multifamiliares em diferentes contextos. Além disso, eles também identificaram as causas e a recorrência dos resíduos gerados por cada pré-requisito ausente, ao mesmo tempo em que entenderam a existência de atividades que podem beneficiar o sistema produtivo.

Ao compreender o conceito de perdas por *making-do* e a necessidade de sua redução para aumentar a produtividade, destaca-se a importância da definição de ações corretivas e boas práticas. Segundo Santos *et al.* (2012), muitas dessas boas práticas estão implícitas no

conhecimento dos gestores de obra e são aplicadas informalmente em seu dia a dia. As boas práticas na área da construção podem ser entendidas como soluções utilizadas para suprimir interrupções em alguma atividade no canteiro de obras (Mesquita, 2014).

Boas práticas na área da construção podem ser entendidas como soluções utilizadas para suprimir interrupções em alguma atividade no canteiro de obras (Valente & Aires, 2017). Segundo os autores, a adoção de boas práticas e métodos estruturados de gestão torna os resultados mais transparentes, impactando em custos, prazos e qualidade. Segundo Amaral et al. (2024), muitas dessas boas práticas estão implícitas no conhecimento dos gestores da construção e são aplicadas informalmente na prática. Ao identificar a importância das boas práticas e métodos estruturados de gestão nos resultados dos processos, os autores) propuseram uma metodologia para identificar práticas de gestão adequadas de acordo com sua aplicação no ciclo de vida de um projeto de construção. As boas práticas identificadas foram aquelas que podem reduzir a ocorrência de desperdícios de improviso ao garantir o cumprimento dos requisitos mínimos do kit completo.

O trabalho de Amaral *et al.* (2023) reuniu um banco de dados e, por meio da classificação das perdas por making-do, foi possível explorar as causas e a recorrência dos pré-requisitos ausentes que geraram essas perdas. As soluções gerenciais que podem apresentar um grau de influência para garantir os pré-requisitos necessários ao início das atividades, ou seja, a existência do kit completo, foram discutidas em Amaral *et al.* (2024). Os resultados desses trabalhos exploraram causas e possíveis soluções, promovendo estratégias de mitigação para as perdas por making-do.

A análise de qual estratégia seguir, com base no problema identificado, requer julgamento especializado. Para tanto, os gestores devem considerar o contexto, considerando as variáveis envolvidas e os recursos disponíveis. Para auxiliar nesse processo, pode-se realizar uma análise multicritério, na qual, dentre as diversas soluções eficientes, deve-se escolher a mais eficaz, considerando vários critérios simultâneos.

Clemen & Reilly (2001) descrevem que a tomada de decisão é geralmente uma tarefa complexa, pois envolve múltiplos objetivos conflitantes. Atingir um objetivo pode exigir a renúncia a outro devido à ausência de um curso de ação que consiga atender a todos eles simultaneamente. Métodos de decisão que consideram mais de um critério são definidos como métodos de decisão multicritério (MCDM). Nesses métodos, algumas alternativas são avaliadas de acordo com vários critérios definidos, com cada critério levando a uma ordenação particular das alternativas, o que torna necessária a adoção de algum mecanismo capaz de construir uma

ordenação geral de preferências, também chamada de classificação (Kahraman, 2008).

O método *Fuzzy-Delphi* (FDM) foi proposto por Murray, Pipino & Gatch (1985) e posteriormente apresentado por Kaufmann & Gupta (1988) e Ishikawa et al. (1993). O FDM representa uma técnica ou estratégia de comunicação formal, inicialmente concebida como um procedimento metódico, interativo e preditivo baseado em um painel de especialistas. A aplicação do método *Fuzzy-Delphi* à tomada de decisão em grupo pode resolver a imprecisão do entendimento comum das opiniões de especialistas. A previsão dos especialistas (ou valor de intervalo) foi então usada para derivar os números *fuzzy*, resultando no método *Fuzzy-Delphi* (FDM).

O FDM foi selecionado porque combina a teoria dos conjuntos *fuzzy* com uma abordagem Delphi (Ishikawa et al., 1993) para incluir a incerteza herdada do processo de tomada de decisão e análise de especialistas. O FDM é uma técnica de pesquisa de opinião de especialistas que inclui três aspectos principais: resposta anônima, interação com feedback controlado e resposta estatística do grupo. De acordo com Zadeh (1978), a teoria dos conjuntos *fuzzy* lida com a incerteza do pensamento e comportamento humanos na tomada de decisão.

Enquanto isso, o método TOPSIS (Técnica para Ordem de Preferência por Similaridade à Solução Ideal) tem sido amplamente usado para classificar alternativas em ordem de preferência. O princípio básico do TOPSIS é escolher uma alternativa o mais próximo possível da solução ideal positiva e o mais distante possível da solução ideal negativa. A solução ideal é formada tomando os melhores valores que as alternativas alcançam ao avaliar cada critério de decisão. Em contraste, a solução ideal negativa é composta de forma semelhante tomando os piores valores (Kahraman, 2008).

Com base no contexto apresentado, este artigo tem como objetivo propor um modelo de tomada de decisão multicritério, combinando os métodos FDM e TOPSIS, para auxiliar os gestores na tomada de decisões na determinação de uma boa prática de gestão que tenha o melhor impacto na garantia dos pré-requisitos das atividades planejadas.

2 MÉTODO

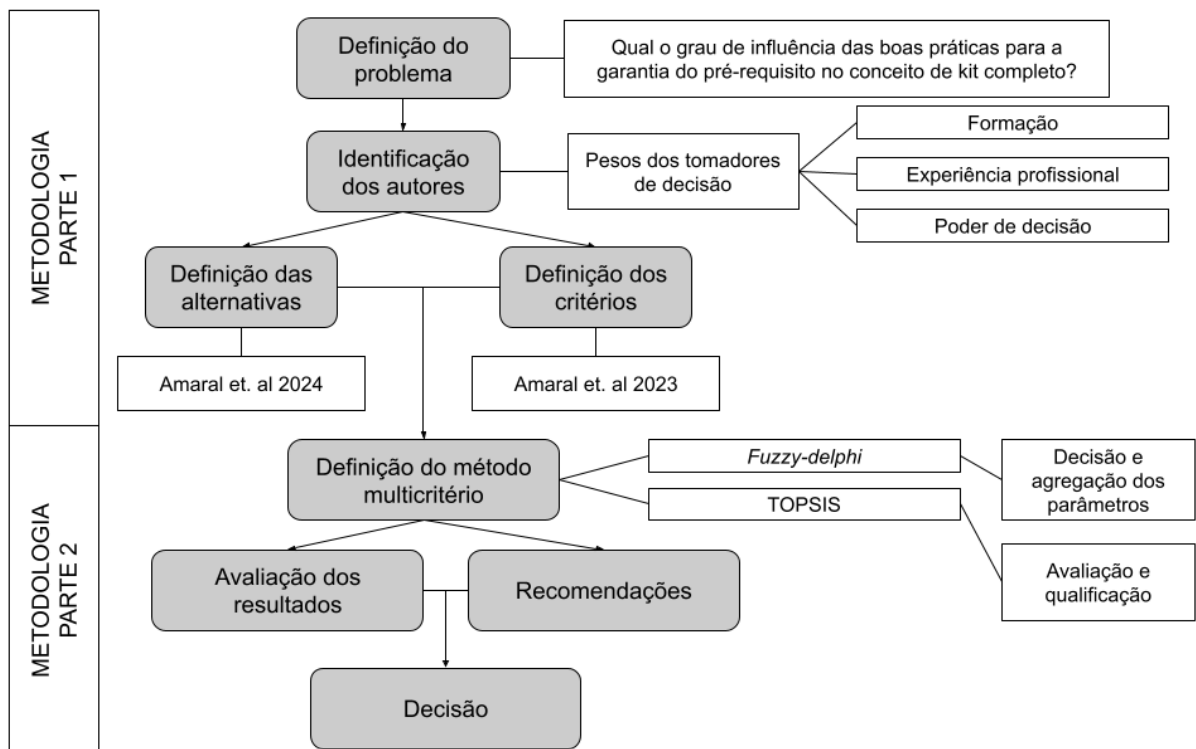
Este estudo pode ser considerado uma modelagem quantitativa empírica. Segundo Bertrand e Fransoo (2002) a modelagem quantitativa é definida como um tipo de pesquisa que se baseia em diversas variáveis que assumem valores em um domínio específico, sendo que há relações causais quantitativas definidas entre essas variáveis.

O objetivo do estudo é desenvolver um método de tomada de decisão multicritério para a adoção de boas práticas na construção civil, considerando a complexidade da tomada de decisão e a

necessidade de um julgamento especializado para escolher as melhores soluções gerenciais, o método visa a garantia dos pré-requisitos para início das atividades planejadas, promovendo a confirmação do kit completo e a redução das perdas por *making-do*. Esse objetivo envolve a necessidade de melhorar a gestão e a eficiência no setor da construção civil, abordando a importância das boas práticas e métodos estruturados de gestão para impactar positivamente custos, prazos e qualidade.

Este estudo utilizou a abordagem metodológica do processo de apoio à decisão proposto por Morais & Almeida (2006) na Figura 12. O método Fuzzy-Delphi foi selecionado para coletar e avaliar as opiniões de vários tomadores de decisão. Ele fornece um resultado mais preciso do que o uso da média aritmética. No caso do TOPSIS, é um método simples, amplamente utilizado e reconhecido. Assim, foi utilizado o método Fuzzy-Delphi, utilizando o método de agregação de consistência para formar um consenso entre os especialistas e determinar uma única matriz de decisão, que foi então submetida ao método TOPSIS, que propõe alternativas de ordenação.

Figura 12-Fluxograma das etapas do processo de tomada de decisão



Fonte: adaptado de Morais & Almeida (2006)

1.1. Descrição do Problema

Definir o problema é o primeiro passo no processo de tomada de decisão para aplicação de uma abordagem de método multicritério. O problema, no contexto da indústria da construção, é a necessidade de melhorar a gestão e a eficiência do setor, abordando estudos sobre ações que

podem ser consideradas benéficas ao processo. A solução seriam ações para garantir os pré-requisitos para o início das atividades e evitar as perdas por *making-do*. Esta pesquisa propõe avaliar o grau de influência das boas práticas para a garantia do kit completo das atividades planejadas, por meio de um método de tomada de decisão multicritério.

Para atribuição de pesos, 10 (dez) especialistas foram selecionados como tomadores de decisão em suas áreas. Esses profissionais foram selecionados com base em sua experiência profissional e poder de decisão dentro do ambiente de trabalho em que atuam. Nessa avaliação, aqueles que, em um dos critérios, caracterizam-se como "baixo" foram desconsiderados, garantindo que cada tomador de decisão tivesse a expertise necessária para avaliar os critérios estabelecidos. As avaliações foram agregadas utilizando-se a média dos termos linguísticos utilizados para cada critério de avaliação. Os tomadores de decisão classificaram a importância das alternativas em relação aos critérios de acordo com as variáveis linguísticas: Informação, Materiais e componentes, Mão de obra, Equipamentos/ferramentas, Instalações temporárias, Tarefas interdependentes, Condições externas e Espaço.

O peso para cada critério foi classificado de acordo com o cenário em que o método foi aplicado, de acordo com as variáveis linguísticas: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto. Com base nessa avaliação, aqueles itens "baixos" em um dos critérios foram desconsiderados. As avaliações foram agregadas usando a média dos termos linguísticos usados para cada critério de avaliação. O Quadro 6 e a Figura 13 detalha as variáveis linguísticas usadas como termos de avaliação pelos tomadores de decisão. Um número *fuzzy* triangular pode ser escrito na forma (l, m, u), onde l e u representam as bases, e m é o meio de um número *fuzzy* triangular. Um conjunto *fuzzy* é interpretado como a ponte que conecta o conceito impreciso à sua modelagem numérica, dando a todos no universo um valor entre 0 e 1, representando o grau de pertinência desse indivíduo ao conjunto *fuzzy*. A lógica *fuzzy* pode lidar com dados ou conhecimentos altamente variáveis, linguísticos, indefinidos ou incertos e pode fornecer informações lógicas, confiáveis e transparentes.

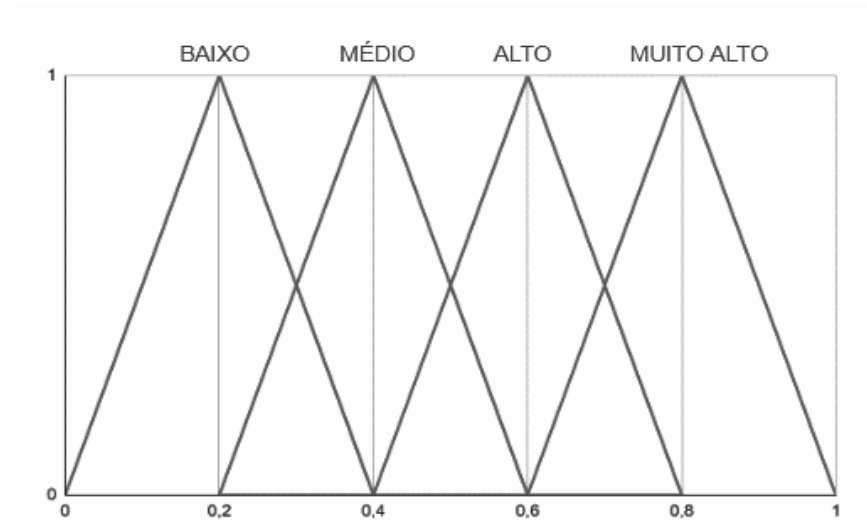
Quadro 6- Caracterização dos tomadores de decisão

Formação	Experiência profissional	Nível de decisão	Variável linguística	l	m	u	Número triangular Fuzzy
Estudante	Até 5 anos	N.A (Não se aplica)	Baixo	0	0,2	0,4	0, 0,2, 0,4
Superior Completo	Entre 5 e 10 anos	Operacional	Médio	0,2	0,4	0,6	0,2, 0,4, 0,6

Pós-Graduado	Entre 10 e 15 anos	Tático	Alto	0,4	0,6	0,8	0,4, 0,6, 0,8
Mestrado ou acima	Acima de 15 anos	Estratégico	Muito alto	0,6	0,8	1	0,6, 0,8, 1

Fonte: Autores (2024)

Figura 13-Escala linguística da importância dos critérios de caracterização dos tomadores de decisão



Fonte: Autores (2024)

Amaral et al. (2024) por meio de uma revisão sistemática da literatura, identificaram boas práticas de gestão que podem atuar como facilitadoras no atendimento dos requisitos mínimos do kit completo e redução das perdas por *making-do*. Os autores propuseram uma classificação de acordo com sua aplicação no ciclo de vida da construção: viabilidade, construção ou projeto. Especificamente, neste trabalho, soluções de gestão aplicadas durante as etapas de execução e projeto de Amaral et al. (2024) foram selecionadas como alternativas de avaliação para teste e determinação do modelo. Essas etapas apresentaram maior número de trabalhos relacionados, ressaltando a importância delas para os resultados positivos das obras. Alguns conceitos semelhantes foram agrupados para determinar as alternativas a serem avaliadas no estudo. As alternativas foram conceituadas de acordo com suas aplicações práticas em canteiros de obras, conforme mostrado no Quadro 7. As alternativas foram estruturadas, e os critérios utilizados para avaliá-las em um modelo de tomada de decisão multicritério. Os avaliadores avaliaram o grau de influência das soluções de gestão na garantia dos pré-requisitos das atividades planejadas.

Quadro 7-Conceitualização das alternativas

Soluções de Gestão	Conceito	Aplicativo	Referências
BIM	Metodologia que integra todos os dados necessários para construir uma instalação	<ul style="list-style-type: none"> • Modelagem paramétrica, representação melhorada do projeto • Coordenação de equipe, quantidades, orçamentos e cronogramas • Gestão da informação e do tempo 	Menezes (2011)
Lean	Filosofia cujo objetivo é eliminar desperdícios, reduzir custos, minimizar a variabilidade interna do fornecedor e atender aos requisitos do cliente	<ul style="list-style-type: none"> • Processos de produção física • Processos de gestão • Processo do projeto • Processo de planejamento e controle da produção 	Shah; Ward, 2007)
Gestão da cadeia de abastecimento	Gestão de todas as atividades envolvidas na logística da cadeia de suprimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Gerenciando o processo de compra e recebimento de materiais • Qualificação e avaliação de fornecedores • Controle de estoque 	Goldsby e Martichenko (2005)
Gerenciamento de projetos	Conjunto de processos utilizados em um projeto para produzir um produto ou serviço	<ul style="list-style-type: none"> • Gestão de prazos, custos e qualidade • Planejamento estratégico e de desempenho • Gestão do conhecimento e das competências • Avaliação comparativa 	Ika (2009) Alberico (2018) Alencar (2010)
Grandes Dados	Técnicas analíticas avançadas operando em grandes conjuntos de dados	<ul style="list-style-type: none"> • Gestão de Big Data • Análise de dados através de técnicas matemáticas e computacionais 	Belluzo(2016)
Tecnologias digitais disruptivas	Tecnologias cuja inserção no mercado pode alterar ou quebrar um paradigma estabelecido	<ul style="list-style-type: none"> • Automação do local de trabalho, Internet das coisas, Tecnologia de nuvem, Robótica avançada, Veículos autônomos, Armazenamento de energia, Impressão 3D, Inteligência artificial 	Schuelke-Leech (2021) Marcandali (2019)
Simulação de eventos	Multiplicação da capacidade humana através da contribuição do conhecimento e da capacidade de interagir e desempenhar um número crescente de funções dentro do processo produtivo	<ul style="list-style-type: none"> • Simulação computacional (software) • Simulação de planejamento, programação e coordenação de atividades para controle de tempo e custo 	Banks (1998) Vergara (2020)
Versatilidade da força de trabalho	Multiplicação da capacidade humana através da capacidade de interagir e desempenhar um número crescente de funções no processo produtivo	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da produtividade • Custos de contratação reduzidos • Menor rotatividade • Flexibilidade do processo 	Balsamo& Zoki (2001) Cardoso et al.(2019)
Padronização de processos	A padronização de processos é o estabelecimento de procedimentos comerciais consistentes e uniformes e documentação de processos para a execução de tarefas específicas	<ul style="list-style-type: none"> • Indicadores de desempenho do processo • Procedimentos operacionais padrão 	Corcarelli (2010)

Fonte: Autores (2024)

Os critérios para avaliar cada alternativa estão relacionados ao impacto de sua adoção. Os critérios escolhidos foram as pré-condições necessárias para o início e desenvolvimento de uma tarefa, nas quais a falha na identificação prévia ou na disponibilização de algum desses pré-requisitos causa perdas por improvisação. Os parâmetros para o estudo das perdas por *making-do*, como os pré-requisitos, categorias e impactos das perdas foram identificados por Koskela (2000), Sommer (2010) e Fireman (2012) e estão dispostos no Quadro 8.

Quadro 8-Pré-requisitos necessários para início de uma atividade

Pré-requisitos	Descrições	Autores
Informação	Disponibilidade de informações adequadas referentes a planos de trabalho.	Sommer (2010) Koskela (2004)

Materiais e componentes	Disponibilidade de materiais e componentes com qualidade e quantidade dentro das especificações de projeto e normas.	Sommer (2010) Koskela (2004)
Mão de obra	Disponibilidade de recursos humanos necessários, em número ou qualificação.	Sommer (2010) Koskela (2004)
Equipamentos e ferramentas	Disponibilidade e funcionamento às atividades.	Sommer (2010) Koskela (2004)
Espaço	Disponibilidade de área de trabalho, circulação ou armazenamento de materiais.	Sommer (2010) Koskela (2004)
Serviços interligados	Atividades com alta interdependência que comprometem as tarefas subsequentes.	Sommer (2010) Koskela (2004)
Condições externas	Vento, chuva ou temperaturas extremas.	Sommer (2010) Koskela (2004)
Instalações	Instalações elétricas e hidráulicas provisórias, instalações de andaimes e fechamentos para segurança no canteiro, isolamento das áreas de estoque.	Sommer (2010)

Fonte: Fontenele *et al.* (2020)

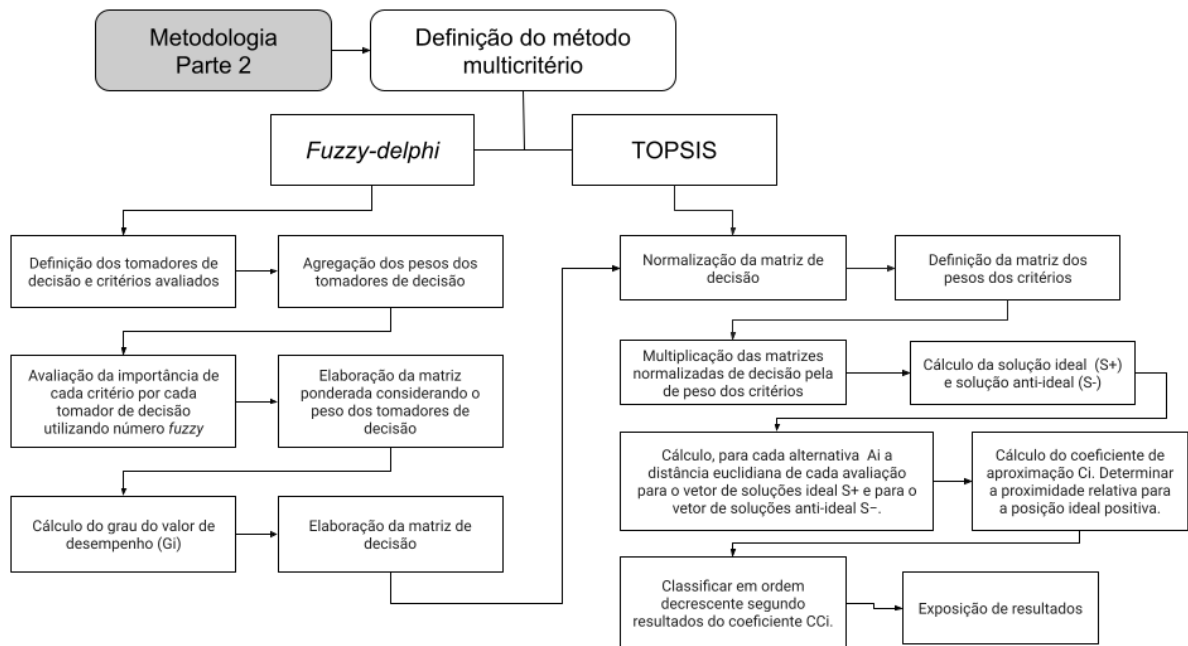
O processo, em seguida, estrutura as alternativas e os critérios que serão utilizados para avaliá-las em um modelo de tomada de decisão multicritério. Os avaliadores avaliaram o grau de influência das soluções gerenciais para garantir os pré-requisitos das atividades planejadas.

Isso deve-se adequar à situação de escolha, em que são avaliados parâmetros de desempenho e a performance do método para apoiar a decisão. Os resultados foram extraídos dos métodos e, juntamente com as recomendações, apresentados aos tomadores de decisão.

1.2. Modelo de tomada de decisão

O modelo de tomada de decisão multicritério desenvolvido neste estudo é ilustrado na Figura 14. Este modelo integra o método *Fuzzy-delphi*, que permite a agregação das opiniões de especialistas, com o método *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS), que possibilita o ranqueamento das alternativas com a identificação da melhor alternativa possível ao comparar múltiplos critérios.

Figura 14-Etapas do FDM com TOPSIS



Fonte: Autores (2024).

1.2.1. Método *Fuzzy-delphi*

A etapa do FDM, que consiste na definição dos tomadores de decisão, para os critérios avaliados e na agregação dos pesos dos tomadores de decisão, já foi detalhada na seção anterior. As etapas subsequentes do método são descritas a seguir.

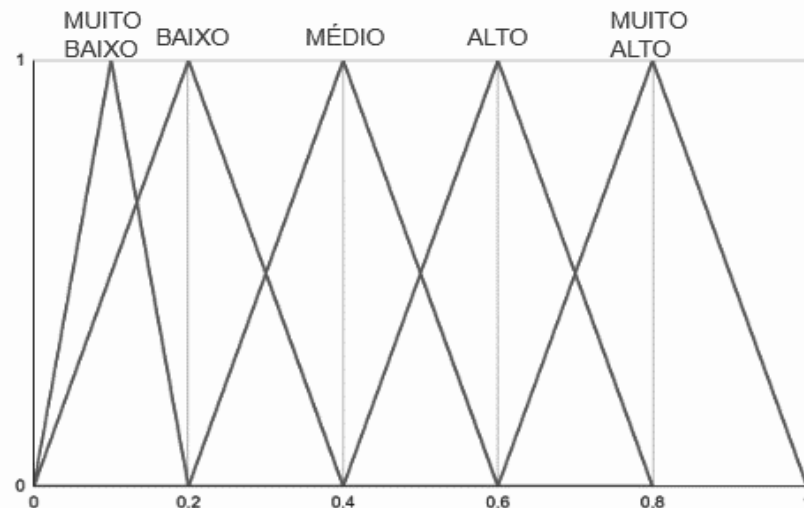
O primeiro passo foi avaliar a importância de cada critério para os tomadores de decisão usando números *fuzzy*. Entrevistas semiestruturadas foram conduzidas com os especialistas para avaliar a importância dos critérios com a pergunta: “Qual é o grau de influência das boas práticas na garantia do pré-requisito no conceito de kit completo?”. Os tomadores de decisão partiram de uma classificação linguística, conforme Quadro 9 e Figura 15. Utilizou-se os termos linguísticos muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto.

Quadro 9-Importância dos critérios

Variáveis linguísticas para avaliação do decisor	Número triangular <i>fuzzy</i>		
	l	m	u
Muito Baixo	0	0,1	0,2
Baixo	0	0,2	0,4
Médio	0,2	0,4	0,6
Alto	0,4	0,6	0,8
Muito Alto	0,6	0,8	1

Fonte: Autores (2024)

Figura 15-Escala linguística da importância dos critérios de classificação



Fonte: Autores (2024).

Em seguida elabora-se a matriz ponderada considerando o peso dos tomadores de decisão. Executa-se a agregação ponderada das avaliações dos decisores de acordo com o peso de cada tomador de decisão, através da multiplicação da matriz peso dos tomadores de decisão com a matriz de avaliação.

Em seguida calcula-se o grau do valor de desempenho (G_i) para cada critério, conforme Equação 1.

$$G_i = \left(\frac{(U_i - L_i) + (M_i - L_i)}{3} \right) + L_i \quad (1)$$

Onde: U_i : valor máximo do m da matriz de avaliação. L_i : valor mínimo do l da matriz de avaliação. M_i : médio geométrica do m da matriz de avaliação.

Por fim tem-se a elaboração da matriz de decisão D.

1.2.2. Método TOPSIS

Neste trabalho utilizou-se a matriz de decisão resultante (D) da aplicação do *Fuzzy-delphi* em conjunto com o vetor pesos W para aplicação do método TOPSIS.

$$D = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & C_j & C_m \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{13} & d_{1m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ d_{n1} & d_{n2} & d_{n3} & d_{nm} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (2)$$

$$\tilde{W} = [\tilde{w}_1 + \tilde{w}_2 + \dots + \tilde{w}_m] \quad (3)$$

Em que: *A*: alternativas a serem avaliadas. *C*: critérios de avaliação. *d*: resultado da avaliação da alternativa (A) em relação ao critério (C). *W*: peso dos critérios

A matriz foi normalizada conforme Equação 4.

$$(4) x' = (x - \min(x)) / (\max(x) - \min(x))$$

Onde: *x'*: valor normalizado. *x*: valor não normalizado. *min(x)*: valor mínimo de *x*. *max(x)*: valor máximo de *x*.

A matriz normalizada com os respectivos pesos foi então calculada multiplicando a matriz normalizada pelos respectivos pesos dos critérios.

Os pesos para cada critério foram calculados de acordo com os critérios de cada decisor. Neste trabalho, os critérios foram definidos com base no trabalho de Amaral et al. (2023), no qual foram exploradas as causas e a recorrência dos pré-requisitos ausentes que geraram as perdas por making-do. Foi determinado que o peso dos pré-requisitos ausentes que apresentaram recorrência mais significativa na classificação teria maior peso. Utilizando os dados classificados de Goiânia e Fortaleza, os pré-requisitos ausentes com maior recorrência foram informação, materiais e componentes, mão de obra e tarefas interdependentes, que foram classificados com peso muito alto. Os pré-requisitos com menor recorrência foram equipamentos e ferramentas, instalações temporárias, condições externas e espaço, que foram classificados com peso médio.

De acordo com os dados classificados de Goiânia e Fortaleza, os pré-requisitos ausentes com maior recorrência foram: informação, materiais e componentes, mão de obra e tarefas interdependentes, estes foram classificados com o peso muito alto. Os de menor recorrência foram classificados como peso médio e são: equipamentos e ferramentas, instalações temporárias, condições externas e espaço.

A avaliação do método iniciou-se com as alternativas propostas para garantir os critérios de

planejamento das atividades. As boas práticas foram definidas como alternativas para a matriz de tomada de decisão, enquanto os pré-requisitos foram definidos como critérios. A matriz de avaliação proposta para avaliar o grau de influência das boas práticas na garantia do kit completo de atividades planejadas é composta pelas alternativas $A=\{A1\text{-BIM}, A2\text{-LEAN}, A3\text{-Supply chain management}, A4\text{-Project management}, A5\text{-Big Data}, A6\text{-Disruptive (digital) technologies}, A7\text{-BIM}, A8\text{-Versatility of the workforce}, A9\text{-Standardization of services}\}$ e critérios $C=\{C1\text{-Informação}, C2\text{-Materiais e componentes}, C3\text{-Mão de obra}, C4\text{-Equipamentos e ferramentas}, C5\text{-Instalações}, C6\text{-Tarefas interdependentes}, C7\text{-Condições externas}, C8\text{-Espaço}\}$. O método combina os pesos atribuídos e as escolhas feitas pelos especialistas para classificar a solução ideal. Esses dados são critérios importantes, pois contribuem efetivamente para a tomada de decisões.

Para analisar o comportamento das alternativas em diferentes cenários, foram realizadas simulações nas quais foram considerados diferentes pesos para os critérios. A Tabela 10 apresenta a consideração de peso para cada critério, enquanto que o Quadro 10 a escala dos pesos dos critérios. Os pesos foram normalizados para garantir que a soma total dos pesos seja igual a 1.

Tabela 10-Relação peso X critério

Critério	Peso
Informação	Muito Alto
Materiais e componentes	Muito Alto
Mão de obra	Muito Alto
Equipamentos/ferramentas	Médio
Instalações temporárias	Médio
Tarefas interdependentes	Muito Alto
Condições externas	Médio
Espaço	Médio

Fonte: Autores (2024)

Quadro 10-Escala dos pesos dos critérios

Variável linguística	Escala numérica
Muito baixo	1
Baixo	2
Médio	3
Alto	4
Muito alto	5

Fonte: Autores (2024)

A solução ideal positiva (PIS) e da solução ideal negativa (NIS). Foram calculadas usando as equações 5 e 6.

$$S+ = \{(\max v_{ij} | j \in J), (\min v_{ij} | j \in J')\} \quad (5)$$

$$S- = \{(\min v_{ij} | j \in J), (\max v_{ij} | j \in J')\} \quad (6)$$

Onde: j e J' : representam o conjunto de critérios.

Para cada alternativa, a distância euclidiana de cada avaliação é calculada para o vetor de soluções $S+$ e $S-$ utilizando as equações 7 e 8.

$$D_{i+} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_{j+})^2} \quad (7)$$

$$D_{i-} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_{j-})^2} \quad (8)$$

Onde: D_{i+} é a distância da alternativa (i) até a $S+$. D_{i-} é a distância da alternativa (i) até a $S-$. v_{ij} é o valor ponderado da alternativa (i) no critério (j). v_{j+} é o valor da $S+$ no critério (j). v_{j-} é o valor da $S-$ no critério (j).

Finalmente, a proximidade relativa à posição ideal positiva é determinada usando o coeficiente de aproximação CC_i de acordo com a Equação 9, que corresponde ao desempenho geral (ou pontuação final) da alternativa i .

$$CC_i = \frac{D_{i-}}{D_{i+} + D_{i-}}, i = 1, 2, \dots, m. \quad (9)$$

As alternativas foram classificadas em ordem decrescente de acordo com os resultados do CC_i coeficiente. A alternativa com proximidade relativa mais próxima de 1 foi considerada ideal, enquanto a com resultado mais próximo de 0 foi considerada anti-ideal.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O resultado da aplicação do método retorna a alternativa que é considerada ideal dentro do cenário de classificação dos tomadores de decisão e pesos dos critérios.

A avaliação do método inicia com na definição das alternativas propostas para a garantia dos critérios de planejamento das atividades. Definiu-se para a matriz de tomada de decisão que as boas práticas seria as alternativas, enquanto os pré-requisitos os critérios.

A Tabela 11 demonstra a matriz de avaliação proposta avaliar o grau de influência das boas

práticas na garantia do kit completo das atividades planejadas.

Tabela 11-Matriz de avaliação das boas práticas

Alternativas		Critérios							
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
		Informação	Materiais e componentes	Mão de obra	Equipamentos/ferramentas	Instalações temporárias	Tarefas interdependentes	Condições externas	Espaço
A1	BIM								
A2	Lean								
A3	Gestão da cadeia de suprimentos								
A4	Gerenciamento de projetos								
A5	Big Data								
A6	Tecnologias disruptivas (digitais)								
A7	Simulação de eventos								
A8	Polivalência da mão de obra								
A9	Padronização dos serviços								

Fonte: Autores (2024)

Um total de 10 (dez) tomadores de decisão participaram do estudo. A seleção destes foi baseada em critérios pré-definidos, garantindo que cada tomador de decisão possuísse a expertise necessária para avaliar os critérios estabelecidos. Cada tomador de decisão classificou a importância das alternativas frente aos critérios de acordo com as variáveis linguísticas apresentadas no Quadro 5.

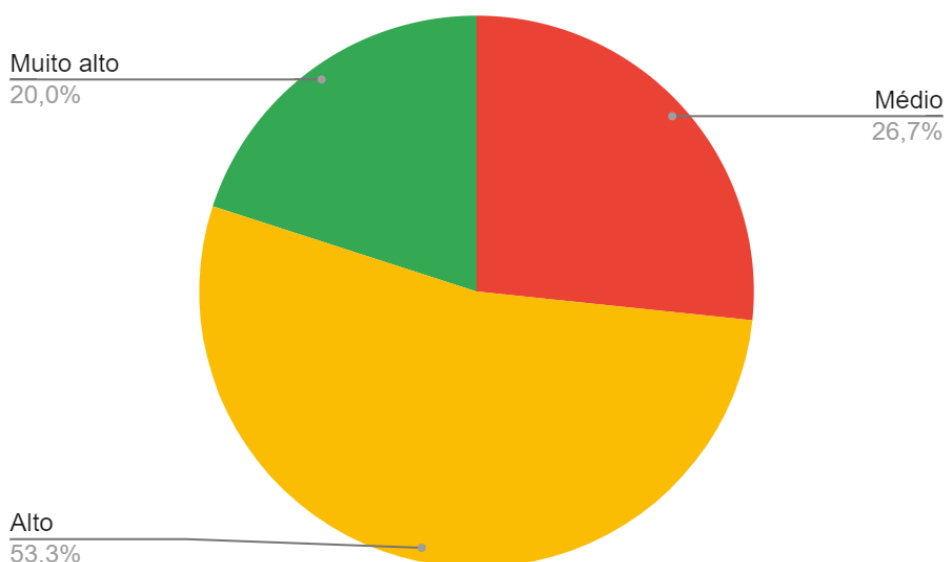
O resultado da aplicação do método é influenciado diretamente pelos pesos atribuídos pelos especialistas, determinando a relevância de cada critério na avaliação final. Além disso, as escolhas feitas pelos tomadores de decisão, com base em sua experiência e julgamento, também desempenham um papel crucial no resultado final. Portanto, o método combina os pesos atribuídos aos tomadores de decisão e das escolhas individuais dos especialistas para classificação da solução ideal. O Quadro 11 detalha a caracterização dos tomadores de decisão e o Gráfico 6 os pesos atribuídos.

Quadro 11- Caracterização dos tomadores de decisão

Formação	Quantidade	Experiência profissional	Quantidade	Nível de decisão	Quantidade
Estudante	0	0-<5 anos	0	NA (Não se aplica)	0
Superior completo	1	5-<10 anos	6	Operacional	1
Pós-graduado	6	10-<15 anos	3	Tático	7
Mestrado - acima	3	acima de 15 anos	1	Estratégico	2

Fonte: Autores (2024)

Gráfico 6- Pesos atribuídos aos tomadores de decisão



Fonte: Autores (2024)

Observa-se que os tomadores de decisão selecionados obtiveram peso alto (53,3%) e muito alto (20,0%) em relação aos critérios pré-definidos de classificação. Estes em sua maioria possuem uma formação complementar a graduação, mais de cinco anos de experiência e estão no nível tático ou estratégico em seu local de atuação. Os dados de formação e experiência profissional garantem a validade das escolhas dos tomadores. Estes dados são critérios importantes uma vez que contribuem de forma eficaz para a tomada de decisão.

O dado do grau do nível de decisão informa que o resultado poderá ser bem avaliado, uma vez que estar em níveis táticos e estratégicos sugere que esses tomadores de decisão têm uma visão ampla e estratégica da organização, o que é crucial para decisões de alto impacto.

Nesse sentido, o método *Fuzzy-delphi* auxilia na elaboração do modelo, uma vez que ele

permite uma melhor gestão da incerteza e da subjetividade nas opiniões dos especialistas. Ao relacionar as variáveis linguísticas das importâncias dos critérios de avaliação do decisor com números *fuzzy*, foi possível representar a incerteza e a imprecisão das respostas. O método melhorou a validade das decisões com base no *feedback* durante as entrevistas, o que garante que a matriz de decisão final seja bem fundamentada e aceita pelos tomadores de decisão.

Assim, a aplicação deste método promoveu a agregação das opiniões, bem como melhorou a qualidade e a validade da matriz de tomada de decisão resultante. Assim, a matriz de tomada de decisão representada na Tabela 12 para o ranqueamento das alternativas utilizando o método TOPSIS reflete as opiniões coletivas após a influência direta dos pesos dos especialistas.

Tabela 12-Matriz de decisão resultante

Alternativas	Critérios							
	Informação	Materiais e componentes	Mão de obra	Equipamentos /ferramentas	Instalações temporárias	Tarefas interdependentes	Condições externas	Espaço
BIM	0,47714	0,43055	0,32809	0,29743	0,26277	0,43055	0,30307	0,39934
Lean	0,43753	0,43080	0,42278	0,39308	0,29230	0,41302	0,30531	0,40056
Gestão da cadeia de suprimentos	0,43753	0,51896	0,38224	0,38224	0,25946	0,32341	0,40827	0,36002
Gerenciamento de projetos	0,45162	0,37210	0,34794	0,30604	0,26087	0,38005	0,31966	0,33948
Big Data	0,42404	0,41230	0,42404	0,30604	0,23571	0,32346	0,28460	0,28874
Tecnologias disruptivas (digitais)	0,44370	0,41460	0,42669	0,41137	0,33191	0,36710	0,27248	0,34794
Simulação de eventos	0,40701	0,39857	0,42669	0,41797	0,38852	0,42044	0,39013	0,39672
Polivalência da mão de obra	0,33780	0,42669	0,52759	0,38894	0,27248	0,47869	0,25816	0,31238
Padronização de processos	0,48020	0,50692	0,50563	0,49749	0,32476	0,45705	0,24704	0,36113

Fonte: Autores (2024)

O método de decisão utilizou a matriz TOPSIS para calcular a distância de cada alternativa da solução ideal, permitindo uma classificação objetiva das alternativas. Cada alternativa recebeu uma pontuação, o que torna possível entender o quão boa ou ruim cada alternativa é em relação às outras.

Com o método TOPSIS foi possível utilizar pesos para os critérios de avaliação. Esses pesos foram fundamentais para refletir a importância relativa de cada critério na avaliação das

alternativas. A importância relativa dos critérios foi definida a partir da avaliação dos especialistas após análise dos resultados da classificação das perdas por *making-do* executado em Amaral *et al.* (2023). Esses pesos foram normalizados, de forma a garantir que os pesos contribuam de forma proporcional na avaliação das alternativas, refletindo corretamente a importância relativa de cada um.

Na sequência a matriz de decisão resultante considerando a agregação dos pesos de cada critério e as máximas soluções positivas e negativas é apresentada na Tabela 13.

Esta etapa resultou no cálculo das máximas soluções. A solução positiva ideal é a melhor possível para cada critério, representando o desempenho mais desejável que uma alternativa pode alcançar, enquanto que a solução negativa ideal é a pior possível para cada critério, ou seja o desempenho menos desejável.

O fato de a máxima solução negativa ser zero nesse contexto significa que a alternativa em questão não apresenta nenhuma desvantagem para os critérios, ou seja, como todas as boas práticas gerenciais apresentaram resultados positivos em relação aos pré-requisitos, significa que estas não influenciam negativamente na garantia dos pré-requisitos. Essas duas referências são utilizadas no TOPSIS para ranquear as alternativas.

Tabela 13-Cálculo das máximas soluções

		Critérios							
		Informação	Materiais e componentes	Mão de obra	Equipamentos/ferramentas	Instalações temporárias	Tarefas interdependentes	Condições externas	Espaço
Pesos	Pesos	Muito alto	Muito alto	Muito alto	Médio	Médio	Muito alto	Médio	Médio
	Pesos numéricos	5	5	5	3	3	5	3	3
	Pesos normalizados	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
Alternativas	BIM	0,153	0,062	0,000	0,000	0,017	0,108	0,033	0,093
	Lean	0,109	0,062	0,074	0,045	0,035	0,090	0,034	0,094
	Gestão da cadeia de suprimentos	0,109	0,156	0,042	0,040	0,015	0,000	0,094	0,060
	Gerenciamento de projetos	0,125	0,000	0,016	0,004	0,015	0,057	0,042	0,043
	Big Data	0,095	0,043	0,075	0,004	0,000	0,000	0,022	0,000
	Tecnologias disruptivas (digitais)	0,116	0,045	0,077	0,053	0,059	0,044	0,015	0,050
	Simulação de eventos	0,076	0,028	0,077	0,056	0,094	0,098	0,083	0,091
	Polivalência da mão de obra	0,000	0,058	0,156	0,043	0,023	0,156	0,006	0,020
	Padronização dos processos	0,156	0,143	0,139	0,094	0,055	0,134	0,000	0,061
Máxima solução +	S+	0,156	0,156	0,156	0,094	0,094	0,156	0,094	0,094
Máxima solução -	S-	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Autores (2024)

O método segue com o cálculo das Distâncias Euclidianas. Esta calcula uma linha reta mais curta entre dois pontos. No contexto do TOPSIS, ela é usada para calcular a proximidade de cada alternativa em relação às soluções ideais. A Tabela 14 mostra o resultado do cálculo das distâncias euclidianas de cada alternativa.

Tabela 14-Cálculo das Distâncias Euclidianas

Alternativa	Distância Euclidiana +		Distância Euclidiana -	
BIM	$d1 +$	0,23	$d1-$	0,22
Lean	$d2 +$	0,18	$d2-$	0,21
Gestão da cadeia de suprimentos	$d3 +$	0,22	$d3-$	0,23
Gerenciamento de projetos	$d4 +$	0,27	$d4-$	0,15
Big Data	$d5 +$	0,28	$d5-$	0,13
Tecnologias disruptivas (digitais)	$d6 +$	0,21	$d6-$	0,18
Simulação de eventos	$d7 +$	0,18	$d7-$	0,22
Polivalência da mão de obra	$d8 +$	0,23	$d8-$	0,23
Padronização dos processos	$d9 +$	0,11	$d9-$	0,31

Fonte: Autores (2024)

A interpretação dos resultados dos cálculos das soluções ideais e Distâncias Euclidianas podem ser interpretados resumidamente: solução ideal positiva é o melhor desempenho possível, solução ideal negativa é o pior desempenho possível. Distância Euclidiana positiva quanto menor o resultado, melhor. Distância Euclidiana negativa quanto maior o resultado, melhor.

Assim, no ranking final do TOPSIS, alternativas com distâncias euclidianas positivas menores e distâncias euclidianas negativas maiores, tendem a ser classificadas mais acima, pois estão mais próximas da solução ideal.

No caso aplicado, a alternativa 9 (padronização dos processos) tende a ser classificada de forma superior, pois apresentou um menor valor na distância euclidiana em relação à solução ideal positiva. Em contrapartida, a alternativa 5 obteve um valor maior na distância euclidiana, indicando um desempenho inferior e, conseqüentemente, uma classificação menos favorável.

A Distância Euclidiana e a proximidade relativa estão intimamente relacionadas no método TOPSIS. A proximidade relativa indica o quão perto uma alternativa está da solução ideal positiva em comparação com a solução ideal negativa. O valor da proximidade relativa próximo

a 1 indica que a alternativa está muito próxima a solução ideal positiva, ou seja, apresenta um desempenho superior em relação às demais. Enquanto que um valor próximo a 0 indica um desempenho inferior uma vez que se conclui que a alternativa está mais próxima a solução ideal negativa. A Tabela 15 mostra o resultado do cálculo das proximidades relativas de cada alternativa.

Tabela 15-Cálculo das proximidades relativas

Alternativa	Proximidade relativa	
BIM	CC_1	0,49
<i>Lean</i>	CC_2	0,54
Gestão da cadeia de suprimentos	CC_3	0,51
Gerenciamento de projetos	CC_4	0,36
Big Data	CC_5	0,32
Tecnologias disruptivas (digitais)	CC_6	0,46
Simulação de eventos	CC_7	0,55
Polivalência da mão de obra	CC_8	0,50
Padronização dos processos	CC_9	0,74

Fonte: Autores (2024)

Ao término da aplicação do TOPSIS temos a classificação das alternativas baseadas na sua proximidade relativa à solução ideal positiva. Assim, as 3 melhores soluções gerenciais que influenciam na garantia do pré-requisito são: padronização dos processos, simulação de eventos e *lean*.

O ranqueamento das soluções está diretamente ligado às opiniões dos tomadores de decisão selecionados, bem como aos pesos atribuídos a cada um deles. Essas opiniões foram agregadas através da etapa do método de aplicação do *Fuzzy-delphi* e posteriormente ranqueadas pelo método TOPSIS. Durante a aplicação do TOPSIS outro fator influenciador do resultado foi a definição dos pesos dos critérios, que foram baseados conforme análise dos resultados presentes no trabalho de Amaral *et al.* 2023.

Podemos definir outros cenários para a definição dos pesos com o objetivo de simular o

comportamento do ranqueamento das alternativas em relação aos pesos dos critérios, assim melhorando a informação para a tomada de decisão do gestor. Definiu-se um cenário em que todos os pesos têm a mesma importância “alta”, outro em que há valorização do critério mão-de-obra e materiais e componentes conforme análise dos resultados presentes no trabalho de Amaral *et al.* (2022) e até mesmo um cenário em que o pré-requisito mais relevante seja o de condições externas, evidenciando as soluções que podemos empregar frente a situações que não podemos controlar, como clima, pandemias, greves ou paralisações. O resultado destes cenários foi apresentado na Tabela 16.

Tabela 16-Exemplos de aplicação do método

Cenário 1: Critérios conforme análises de Amaral <i>et al.</i> (2023)				Cenário 2: Critérios com a mesma importância				Cenário 3: Critérios conforme análises de Amaral <i>et al.</i> (2022)				Cenário 4: Critério de maior importância: condições externas			
Critério	Peso dos critérios	Proximidade relativa		Critério	Peso dos critérios	Proximidade relativa		Critério	Peso dos critérios	Proximidade relativa		Critério	Peso dos critérios	Proximidade relativa	
Informação	Muito alto	BIM	0,49	Informação	Médio	BIM	0,47	Informação	Baixo	BIM	0,37	Informação	Baixo	BIM	0,43
Materiais e componentes	Muito alto	Lean	0,54	Materiais e componentes	Médio	Lean	0,54	Materiais e componentes	Muito Alto	LEAN	0,49	Materiais e componentes	Baixo	Lean	0,48
Mão de obra	Muito alto	Gestão da cadeia de suprimentos	0,51	Mão de obra	Médio	Gestão da cadeia de suprimentos	0,52	Mão de obra	Muito Alto	Gestão da cadeia de suprimentos	0,56	Mão de obra	Baixo	Gestão da cadeia de suprimentos	0,63
Equipamentos/ferramentas	Médio	Gerenciamento de projetos	0,36	Equipamentos/ferramentas	Médio	Gerenciamento de projetos	0,34	Equipamentos/ferramentas	Baixo	Gerenciamento de projetos	0,23	Equipamentos/ferramentas	Baixo	Gerenciamento de projetos	0,38
Instalações temporárias	Médio	Big Data	0,32	Instalações temporárias	Médio	Big Data	0,27	Instalações temporárias	Baixo	Big Data	0,33	Instalações temporárias	Baixo	Big Data	0,26
Tarefas interdependentes	Muito alto	Tecnologias disruptivas (digitais)	0,46	Tarefas interdependentes	Médio	Tecnologias disruptivas (digitais)	0,47	Tarefas interdependentes	Baixo	Tecnologias disruptivas (digitais)	0,43	Tarefas interdependentes	Baixo	Tecnologias disruptivas (digitais)	0,37
Condições externas	Médio	Simulação de eventos	0,55	Condições externas	Médio	Simulação de eventos	0,62	Condições externas	Baixo	Simulação de eventos	0,48	Condições externas	Muito Alto	Simulação de eventos	0,69
Espaço	Médio	Polivalência da mão de obra	0,50	Espaço	Médio	Polivalência da mão de obra	0,45	Espaço	Baixo	Polivalência da mão de obra	0,55	Espaço	Baixo	Polivalência da mão de obra	0,35
		Padronização dos processos	0,74			Padronização dos processos	0,66			Padronização dos processos	0,76			Padronização dos processos	0,47

Fonte: Autores (2024).

Tanto o cenário 1, quanto o cenário 2 retornaram ao mesmo ranqueamento das alternativas. O cenário 3, em que os critérios de mão de obra e materiais e componentes tiveram maior peso, retornaram alternativas relacionadas a gestão da cadeia de suprimentos, padronização dos processos e polivalência da mão de obra. Já no cenário 4, o critério condição externa foi considerado como o de maior peso, as alternativas com melhor desempenho foram: simulação de eventos, gestão da cadeia de suprimentos e *lean*.

A aplicação do método em diferentes cenários possibilita identificar os pontos fortes e fracos, compreendendo quais critérios contribuíram para o desempenho de cada alternativa, tornando a análise dos dados mais transparente e racional para a tomada de decisão.

4 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo de tomada de decisão multicritério proposto combina a aplicação do TOPSIS em conjunto com o *Fuzzy-delphi*. A combinação dos métodos mostrou ser uma abordagem robusta e eficaz para a tomada de decisão multicritério dos gestores, ao determinar as alternativas que melhor impactam na garantia do pré-requisito das atividades planejadas.

A aplicação do método TOPSIS, combinada com a matriz de decisão elaborada pelo método *Fuzzy-delphi*, permitiu agregar múltiplos critérios, abordando a subjetividade da opinião na classificação das alternativas e envolver os pesos atribuídos aos tomadores de decisão. A correlação entre as variáveis linguísticas de avaliação com um conjunto *fuzzy* permitiu avaliar dentro de um contexto subjetivo um ranqueamento mais abrangente e flexível das alternativas, assegurando a contribuição para a área do modelo proposto de tomada de decisão.

O método TOPSIS possibilitou a ordenação das alternativas com base no cálculo da proximidade relativa à solução ideal positiva. Observou-se que a solução ideal negativa para todas as alternativas foi igual a zero confirmando que as boas práticas gerenciais discutidas no trabalho podem ser consideradas como atividades facilitadoras do processo, uma vez que ao apresentar apenas soluções ideais positivas significa que as boas práticas gerenciais apresentaram resultados positivos em relação aos pré-requisitos, não apresentando nenhuma desvantagem para os critérios.

O cálculo da proximidade relativa mostrou-se diretamente relacionado à importância do peso dos critérios. Essa ponderação refletiu a importância relativa de cada critério, possibilitando a análise de diferentes prioridades. As alternativas com resultado mais próximo a 1 indicam as melhores opções dado aos critérios estabelecidos.

A análise considerou diferentes cenários para definição dos pesos dos critérios. Esses cenários permitiram uma avaliação abrangente e flexível das alternativas, demonstrando as possíveis

aplicações do modelo. A alternativa 9, padronização dos processos destacou-se como a melhor opção em três cenários e em um cenário a melhor alternativa foi a alternativa 8, simulação de eventos. A correlação das duas alternativas pode reduzir significativamente as perdas por *making-do*, enquanto que a padronização estabelece procedimentos consistentes, a simulação permite testar e ajustar esses procedimentos através de um ambiente virtual antes da implementação. Juntas essas boas práticas melhoram a eficiência e a qualidade das construções, reduzindo custos e a incidência de perdas.

As melhores soluções gerenciais identificadas foram: padronização dos processos, simulação de eventos e *lean*. Essas soluções foram consideradas, as mais eficazes para garantir os pré-requisitos para o cenário principal, que considerou o levantamento de dados proposto em Amaral *et al.* 2023 e o grupo de pesquisadores deste estudo.

Essas soluções estão diretamente relacionadas à garantia do kit completo das atividades e a redução das perdas por *making-do*. A padronização dos processos minimiza a variabilidade, reduzindo a necessidade de improvisação. A simulação de eventos permite prever e planejar soluções antes da implantação real, evitando continuar as atividades sem todos os recursos necessários, identificando e resolvendo os problemas antecipadamente. A filosofia *Lean* é o pensamento base para a melhoria dos processos e a redução das perdas na construção.

O uso do modelo multicritério auxilia na implementação das boas práticas, ao relacioná-las em diferentes cenários e múltiplos critérios os pré-requisitos das atividades, contribuindo com a tomada de decisão dos gestores. Assim, os gestores passam a ter ferramentas que possibilitam a assertividade nas decisões gerenciais de modo que se reduza a ocorrência das perdas por *making-do*, garantindo as condições necessárias para uma atividade esteja disponível no momento certo.

Com base nos conceitos de métodos multicritérios e a análise das perdas por *making-do* na construção civil podem ser explorados em futuros trabalhos o aprimoramento do modelo com a integração e comparação do ranqueamento através de outras técnicas de tomada de decisão multicritério e a adição de novas soluções para análise como as citadas em Amaral *et.al* 2024 que não foram avaliadas neste estudo como por exemplo: conceito de indústria 4.0 e indústria 5.0, técnicas de regressão linear, ou até mesmo o conceito de *internet* das coisas e o uso da aplicação de algoritmos de aprendizado de máquina para prever e mitigar perdas, conforme analisado por Amaral *et.al* 2024 que propôs um modelo de classificação das perdas por *making-do* com uso de aprendizado de máquina. A integração dessas abordagens além de otimizar os processos de tomada de decisão, também promovem um ambiente na construção mais resiliente,

eficiente e sustentável.

Estudos futuros podem realizar análises que envolvem diferentes cenários de construção e grupos de tomadores de decisão com a intenção de comparar a resiliência e a sensibilidade das propostas, de modo a entender como a variação nos pesos dos critérios afetam a classificação das alternativas. Por fim, explorar os resultados para o desenvolvimento de ferramentas controle, capacitação e treinamento focados na importância das soluções para a redução das perdas por *making-do*.

REFERÊNCIAS CAPÍTULO 4

- Alberico, A. X. A. R. X., Silva, M. A. O., & Corrêa, L. R. (2018). Gerenciamento de projetos na construção civil: tempo, custo e qualidade. *Construindo*, 10(2), 1-20. <https://revista.fumec.br/index.php/construindo/article/view/5034>.
- Alencar, L. H., & Santana, M. O. (2010). Análise do Gerenciamento de Múltiplos Projetos na Construção Civil. *Revista De Gestão E Projetos*, 1(1), 74-92. <https://doi.org/10.5585/gep.v1i1.20105>.
- Amaral, T. G. , Maciel, C. C. M. , Filho, R. R. D. G. , Pessoni, R. C. S. , Paula, G. S. & Silva, S. V. (2023). Results of the Causes and Impacts of Making-Do Wastes in Production in Fortaleza, Ceará, Brazil, *Proceedings of the 31st Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC31)*, 1395-1406. doi.org/10.24928/2023/0250.
- Amaral, T. G., Filho, R. R. D. G., Pessoni, R. C. S. & Barkokebas, B. (2024). The Relationship Between Making-Do Waste and Good Management Practices in the Construction Industry: A Systematic Literature Review, *Proceedings of the 32nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 32)*, 328-340. <https://doi.org/10.24928/2024/0122>.
- Amaral, T. G. do, Medeiros, M., C. C., Junior, M. P. R., & Paula, G. S. de. (2024). Modelo de classificação das perdas por making-do com uso de aprendizado de máquina. *Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído*, 20(1), 1-13. <https://doi.org/10.46421/entac.v20i1.5732>.
- Bálsamo, L. A., & Zoqui, E. J. (2001). Estruturação de setor produtivo como base para a polivalência e o trabalho em grupo. *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 21. Banks, J. (1998). Principles of simulation. *Handbook of simulation*, 12, 3-30.
- Belluzo, B. G., & Coppi, I. M. M., de Oliveira Igarashi, M., & de Mello Filho, L. V. F. (2016). Big data e suas aplicações na engenharia civil. *In Brazilian Technology Symposium*.
- Bertrand, J. W. M.; Fransoo, J. C. Quantitative modelling in construction: an empirical study. *International Journal of Project Management*, v. 20, n. 6, p. 489-498, 2002.
- Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC). (2024). O papel da construção civil no desenvolvimento econômico e social do Brasil. Brasília: CBIC. Disponível em: <https://cbic.org.br/enic-o-papel-da-construcao-para-o-desenvolvimento-economico-e-social-do-brasil/>. Acesso em: 20 de agosto de 2024.
- Cardoso, G. C., de Abreu, J. P. M., & Marchiori, F. F. (2019). Resultados obtidos com a aplicação da polivalência da mão de obra na construção civil: revisão sistemática. *Simpósio brasileiro de gestão e economia da construção*, 11, 1-9.
- Clemen, R. T., & Reilly, T. (2001). *Making hard decisions with Decision Tools*. Duxbury/Thomson Learning.
- Coscarelli, R. A. (2010). Reestruturação e padronização de processos através de métodos e ferramentas de gestão empresarial na construção civil.

- Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN). O impacto da construção civil na economia. Rio de Janeiro: FIRJAN, 2020.
- Fireman, M. C., Saurin, T. A. & Formoso, C. T. (2018). The Role of Slack in Standardized Work in Construction: An Exploratory Study, *26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 1313-1322. doi.org/10.24928/2018/0213.
- Formoso, C. T.; Sommer, L.; Koskela, L.; & Isatto, E. L. (2017). The identification and analysis of making-do waste: insights from two Brazilian construction sites. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p. 183-197, jul./set. 2017. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. 183 <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212017000300170>.
- Freitag, C (2015). Baixa produtividade na construção civil: desafios e soluções. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais [...]. Fortaleza: ENEGEP, 2015.
- Ghanem, M., Hamzeh, F., Seppänen, O. & Zankoul, E. (2018). A New Perspective of Construction Logistics and Production Control: An Exploratory Study, *26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 992-1001. doi.org/10.24928/2018/0540.
- Goldsby, T. J., & Martichenko, R. (2005). Lean six sigma logistics: Strategic development to operational success. J. Ross Publishing.
- Ika, L. A. (2009). Project Success as a Topic in Project Management Journals. *Project Management Journal*, 40(4), 6-19. <https://doi.org/10.1002/pmj.2013>
- Ishikawa, A., Amagasa, T., Tamizawa, G., Totsuta, R., & Mieno, H. (1993) The Max-min Delphi Method and Fuzzy Delphi Method via Fuzzy Integration. *Fuzzy Sets and Systems*, 55, 241-253. [http://dx.doi.org/10.1016/0165-0114\(93\)90251-C](http://dx.doi.org/10.1016/0165-0114(93)90251-C).
- Kahraman, C. (2008). Multi-Criteria Decision-Making Methods and Fuzzy Sets. In: Kahraman, C. (eds) *Fuzzy Multi-Criteria Decision Making*. Springer Optimization and Its Applications, vol 16. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-0-387-76813-7_1.
- Kaufmann, A. & Gupta, M.M. (1988) *Fuzzy Mathematical Models in Engineering and Management Science*. Elsevier Science Publishers, North-Holland, Amsterdam, N.Y.
- Koskela, L. (1992). Application of the new production philosophy to construction (Vol. 72, p. 39). Stanford: Stanford University.
- Koskela, L., Bølviken, T. & Rooke, J. (2013). Which Are the Wastes of Construction? *21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 3-12. doi.org/
- Koskela, L. (2000). An exploration towards a production theory and its application to construction. VTT Technical Research Centre of Finland.
- Koskela, L. 2004. Making-Do - The Eighth Category of Waste, *12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. <https://iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/attachment-1c44f438-33a5-4d8f-84d3-ae7fab7ed164.pdf>.
- Koskela, L.; Ssacks, R.; Rooke, J (2012). A Brief History of the Concept of Waste in Production. In: *20TH Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. 2012. Disponível em: <<http://www.iglc.net/Papers/Details/794>>. Acesso em: 14 junho, 2024.
- Leão, C. F., Isatto, E. L., & Formoso, C. T. (2016). Proposta de modelo para controle integrado da produção e da qualidade com apoio da computação móvel. *Ambiente Construído*, 16(4), 109-124.
- Marcandali, S. (2019). Tecnologias Disruptivas no Design: Aplicações e Métodos. *Movimento Maker e Fab Labs*, 17, 64.
- Mattos, C (2019). *Produtividade, planejamento e gerenciamento de projetos na construção civil*. São Paulo: Pini.
- Menezes, G. L. B. B. (2011). Breve histórico de implantação da plataforma BIM. *Cadernos de Arquitetura e Urbanismo*, 18(22), 152-152.

- Mesquita, E. Gestão de boas práticas na construção civil. São Paulo: Pini, 2014.
- Morais, D. C., & Almeida, A. T. (2006). A modelagem quantitativa na pesquisa empírica: uma revisão de métodos.
- Murray, T. J., Pipino, L. L., & Gigch, J. P. (1985). A Pilot Study of Fuzzy Set Modification of Delphi. *Human System Management*, 5, 76-80.
- Neve, H. & Wandahl, S. (2018). Towards Identifying Making-Do as Lead Waste in Refurbishment Projects, *26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 1354-1364. doi.org/10.24928/2018/0236
- Ohno, T (1988). *Toyota Production System – Beyond Large Scale Production*. Productivity Press, Cambridge, MA.
- Ronen, B. (1992). The complete kit concept. *International Journal of Production Research*, 30(10), 2457-2466. <https://doi.org/10.1080/00207549208948166>.
- Santos, R. G. et al (2012). Boas práticas na gestão de obras: soluções para interrupções no canteiro de obras. In: Encontro Nacional de Gestão de Projetos Anais [...]. Fortaleza: ENGEPROJ, 2012.
- Schuelke-Leech, B. A. (2021). Disruptive technologies for a green new deal. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 21, 100245.
- Shah, R., Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of Lean production. *Journal of Operations Management*, 25(4), 785-805. [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00108-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00108-0).
- Sommer, L (2010). Contribuições Para Um Método de Identificação de Perdas Por improvisação em Canteiros de Obras. Porto Alegre, 2010. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Taggart, M., Koskela, L., & Rooke, J. (2014). The role of the supply chain in the elimination and reduction of construction rework and defects: an action research approach. *Construction Management and Economics*, 32(7–8), 829–842. <https://doi.org/10.1080/01446193.2014.904965>.
- Valente, A.; Aires, M (2017). Gestão de boas práticas na construção: impacto em custos, prazos e qualidade. São Paulo: Pini
- Vergara, Walter Roberto Hernández; Teixeira, Renata Tais; Yamanari, Juliana Suemi (2017). Análise de risco em projetos de engenharia: uso do PERT/CPM com simulação. *Exacta*, v. 15, n. 1, p. 75-88.
- Zadeh, L. A. (1978). Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. *Fuzzy sets and systems*, 1(1), 3-28.

CAPÍTULO 5: CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa aborda a redução da ocorrência das perdas por *making-do* na construção civil por meio de diferentes abordagens complementares. Inicialmente, no primeiro estudo (Capítulo 2), buscou-se atender ao objetivo de revisar sistematicamente a literatura para identificar as boas práticas de gestão que podem ser aplicadas na construção civil a fim de garantir o cumprimento dos requisitos mínimos para início das atividades planejadas. Observou-se uma grande quantidade de estudos publicados ao longo dos anos, demonstrando um interesse crescente pelo tema relacionado a utilização de boas práticas gerenciais, uma vez que estas geram ações que podem ser consideradas benéficas ao processo. Observou-se também que a etapa de projeto foi a que apresentou maior quantidade de aplicações destacando a importância desta etapa para os resultados positivos das obras, contudo foi possível observar conceitos pouco explorados na indústria da construção e a falta de estudos práticos dos conceitos levantados.

No segundo artigo (Capítulo 3), apresentou-se o método de classificação e as possíveis correlações entre os pré-requisitos, categorias e impactos das perdas por *making-do*. Este artigo atendeu ao objetivo de identificar as restrições ou pré-requisitos ausentes para compreender a correlação entre os critérios de classificação. Para isso, realizou-se a classificação dos dados de não conformidades levantados em empresas de Fortaleza e Goiânia através da definição de protocolo para identificação de perdas por *making-do*. A classificação gerou como contribuição um robusto banco de dados, porém após o levantamento das perdas por *making-do* concluiu-se que apenas essa etapa não fornece informações suficientes para que o gestor evite que estas ocorram em seu próximo empreendimento ou tarefa. Concluiu-se também que existem ações de improvisação que podem ser consideradas benéficas para a produção e merecem ser identificadas e investigadas.

O artigo presente no Capítulo 4, terceiro artigo, buscou atender ao objetivo de definir quais são os critérios relevantes para seleção das boas práticas gerenciais e os pesos dos pré-requisitos ausentes para reduzir a ocorrência de perdas por *making-do* através de um modelo de decisão multicritério.

O Artigo 3 complementou o estudo iniciado no Artigo 2, trazendo um modelo de tomada de decisão multicritério que forneça ao tomador de decisão um embasamento para que o gestor evite a improvisação em sua próxima atividade. Esta pesquisa reúne as boas práticas gerenciais e de planejamento levantadas no Artigo 1 como alternativas que impactam diretamente na garantia do pré-requisito das atividades, sendo alternativas para antecipar decisões na fase de planejamento dos pacotes de serviço para reduzir a ocorrência de perdas por *making-do* pela determinação de pacotes informais. Neste sentido, o modelo de tomada de decisão multicritério

proposto combina a aplicação do TOPSIS em conjunto com o *Fuzzy-delphi*. O *Fuzzy-delphi* foi utilizado como método de agregação dos múltiplos critérios e subjetividades da decisão e envolveu os pesos atribuídos aos tomadores de decisão. O TOPSIS possibilitou o ranqueamento das alternativas com base na importância dos critérios. As análises presentes no Artigo 2 embasaram a definição da importância dos critérios através da caracterização do cenário de aplicação, onde os pré-requisitos com maior recorrência foram considerados como de maior importância nos critérios. Portanto, o modelo multicritério proposto no Artigo 3 integra os estudos dos outros dois artigos, facilitando a implementação das boas práticas ao relacioná-las com os pré-requisitos das atividades em múltiplos critérios e cenários.

Em face dessas questões, conclui-se que este trabalho atingiu todos os objetivos propostos, com contribuições relevantes. Em conjunto, esses estudos sugerem que a antecipação de decisões na fase de planejamento, a identificação e gestão eficiente de pré-requisitos, e a aplicação de métodos de decisão multicritério são estratégias essenciais para reduzir as perdas por *making-do*.

Uma contribuição significativa para a área é o desenvolvimento de um modelo de decisão baseado na lógica *fuzzy*, que combina a aplicação do TOPSIS com o *Fuzzy-Delphi*. Permitindo o ranqueamento das alternativas com base na agregação da avaliação de vários tomadores de decisão. Destaca-se a importância do uso de termos linguísticos para avaliar os pesos atribuídos aos tomadores de decisão e a relevância dos critérios, abordando a subjetividade presente nesse contexto. Isso promove uma tomada de decisão mais adequada e precisa. Este método pode ser aplicado em diferentes cenários para definição dos pesos dos critérios permitindo uma avaliação abrangente e flexível de como essa definição influencia no ranqueamento das alternativas. O desenvolvimento desse modelo responde ao objetivo geral do trabalho ao determinar um método que permite antecipar decisões, garantindo a assertividade do gestor durante o planejamento dos pacotes de serviço para reduzir a ocorrência de perdas por *making-do*.

Esta pesquisa colabora com os objetivos do Mestrado Profissional pois permitiu a aplicação de conhecimentos teóricos em contextos práticos, contribuindo com a resolução de problemas no ambiente profissional e real. Pesquisas futuras devem focar na validação e aprimoramento do método multicritério, envolvendo novas técnicas, em diferentes contextos e tipos de projetos para garantir sua aplicabilidade e eficácia ampla das análises.